



**TUGAS AKHIR - MO 141326**

**DESAIN KOLAM LABUH PT. TERMINAL PETIKEMAS  
SURABAYA**

**DANIEL FERLANDO**

**NRP. 04311340000050**

**DOSEN PEMBIMBING :**

- 1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.**
- 2. Sholihin, S.T, M.T**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



**UNDERGRADUATE THESIS - MO 141326**

**DESIGN OF BASIN PORT OF PT. TERMINAL PETIKEMAS  
SURABAYA**

**DANIEL FERLANDO**

**NRP. 04311340000050**

**SUPERVISORS :**

- 1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.**
- 2. Sholihin, S.T, M.T**

**DEPARTMEN OF OCEAN ENGINEERING**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**SURABAYA**

**2018**

# DESAIN KOLAM LABUH PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**DANIEL FERLANDO**

NRP. 04311340000050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D. ....(Pembimbing 1)

2. Sholihin, S.T., M.T. ....(Pembimbing 2)

3. Sujantoko, S.T., M.T. .... (Penguji 1)

4. Prof.Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D. ....(Penguji 2)

5. Dr.Ir. Hassan Ikhwani, M.Sc. ....(Penguji 3)

Surabaya, Januari 2018

## **DESAIN KOLAM LABUH PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA**

**Nama Mahasiswa** : Daniel Ferlando  
**NRP** : 04311340000050  
**Jurusan** : Teknik Kelautan – FTK ITS  
**Dosen Pembimbing** : 1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D  
2. Sholihin, S.T., M.T

### **Abstrak**

PT. Terminal Petikemas Surabaya merupakan pelabuhan yang sudah menunjukkan reputasinya yang sangat baik di bidang jasa yang mampu melayani kebutuhan para *eksportir* dan *importir* di kawasan Indonesia bagian timur dengan adanya dermaga domestik dan dermaga internasional, oleh karena itu dengan banyaknya kapal yang berlabuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya, standar fasilitas pada pelabuhan harus diperhatikan. Tujuan tugas akhir ini akan dilakukan perhitungan pada desain kolam labuh di pelabuhan PT. Terminal Petikemas Surabaya untuk mengevaluasi kolam labuh dengan menggunakan beberapa standar dan peraturan dari Dirjen perhubungan laut (1984), OCDI (2002), Kramadibrata (2002), Menti Perhubungan (2004). Di dapatkan 2 skenario desain kolam labuh untuk PT. Terminal Petikemas Surabaya, skenario 1 mempunyai panjang 550 m, lebar 100 m, dan kedalaman -10.5 m, skenario 2 mempunyai panjang 550 m, lebar 100 m, dan kedalaman -12 m. Untuk meninjau laju sedimentasi menggunakan delft3D dan untuk memperhitungkan volume keruk menggunakan surfer, yang mana nantinya juga akan diketahui biaya pengerukannya.

*Kata kunci* - Delft 3d, Kolam Labuh, PT. Terminal Petikemas Surabaya, Sediementasi.

# **DESIGN OF BASIN PORT OF PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA**

**Student Name : Daniel Ferlando**  
**NRP : 04311340000050**  
**Departement : Ocean Engineering – FTK ITS**  
**Suervisor : 1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**2. Sholihin, S.T.,M.T**

## ***Abstract***

*PT. Terminal Petikemas Surabaya is a port that has very good repurtation in the field who are able to serve the needs of importers and exporters in the area of the eastern part of Indonesia with the domestic Pier and Pier International, therefore with the many of ships that docked at PT. Terminal Petikemas Surabaya, standard facility on the Harbor to watch out for. The purpose of this final project will do the calculation on the design of basin at the port PT. Terminal Petikemas Surabaya to evaluate existing basin by using some of the standards and regulations of the Directorate General of sea transportation (1984), OCDI (2002), Kramadibrata (2002), Minister of transportation (2004). In the get 2 scenario design of basin for PT. Terminal Petikemas Surabaya, scenario 1 has a length of 550 m, 100 m width and depth -10.5 m, scenario 2 has a length of 550 m, 100 m width and depth -12 m. To review the rate of sedimentation using delft3D and to take account of the dredging volume using the surfer, which later would be known the cost of dredging.*

*Key word – Delft3D, Port of basin, PT. Terminal Petikemas Surabaya, sedimentation.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir beserta laporan dengan baik. Selain itu tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada Bapak Haryo dan Bapak Sholihin, selaku dosen pembimbing saya yang selalu menuntun dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tujuan pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Sarjana (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Tugas Akhir ini berjudul “ **Desain Kolam Labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya** ”.

Penulis menyadari tidak luput dari kesalahan baik dari kesalahan penulisan maupun bahasa, untuk itu kritik dan saran kepada penulis sangat diharapkan sebagai bahan penyempurnaan laporan selanjutnya.

Terima kasih, semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis dan orang lain yang membacanya.

Surabaya, Januari 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas bantuan dan dukungan pihak-pihak yang terlibat sehingga Tugas Akhir beserta laporan ini selesai, diantaranya kepada:

1. Tuhan Yesus yang telah memberikan rahmat serta berkat-Nya yang tak terhingga kepada penulis.
2. Orang tua penulis yang selalu memberikan semangat dan doa yang tak terhingga.
3. Bapak Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph. D. selaku dosen pembimbing 1 yang selama masa pengerjaan Tugas Akhir dengan sabarnya membantu memberi masukan serta arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Sholihin, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing 2 dan dosen wali yang telah memberikan saran dan pembelajaran untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
5. Dosen penguji Bapak Mukhtasor, Bapak Hassan Ikhwani, dan Bapak Sujantoko yang telah membantu dalam menyempurnakan Tugas Akhir.
6. Teman-teman Valtameri angkatan 2013 Teknik Kelautan ITS yang telah bersama - sama selama perkuliahan.
7. Karyawan Tata Usaha Jurusan Teknik Kelautan ITS atas bantuan administrasi yang diberikan kepada penulis.
8. Iqbal Hanif F selaku rekan kerja praktek dan pembutana tugas akhir penulis, yang memberikan bantuan dan dukungan selama pengerjaan tugas akhir.
9. Teman – teman kos yang selalu menemani dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
10. Dikky Y dan Resy A selaku rekan dalam menyelesaikan TRB 2 dan 3 yang selalu mendukung saya hingga saat ini.
11. Teman – teman Lab. Mektan yang telah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir.
12. Teman semasa SMA penulis hingga saat ini, tim Kelompok Belajar yang selalu mendukung dan memberikan bantuan yang luar biasa.

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstrak.....	iv
Abstract.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Ucapan Terimakasih .....	vii
Daftar isi .....	viii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xii

## BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.1.2 Desain kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya.....	8
2.1.3 Perencanaan desain kolam labuh menurut peraturan dan panduan .....	11
2.1.4 Hasil perbandingan desain kolam labuh .....	14
2.2 Dasar Teori .....	14
2.2.1 Kolam Labuh .....	14
2.2.2 Pengukuran Desain Kolam Labuh .....	16
2.2.3 Ketenangan di pelabuhan.....	19
2.2.4 Sedimentasi.....	19
2.2.5 Sedimen dan Sifat-sifat sedimen .....	21
2.2.6 Kecepatan Endap Sedimen .....	22
2.2.7 Transport Sedimen.....	24
2.2.8 Pasang Surut .....	26



2.2.9 <i>Software</i> Delft3D .....	27
-------------------------------------	----

### **BAB III METODOLOGI**

3.1 Metodologi.....	31
---------------------	----

### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Lokasi Studi .....	35
4.2 Permodelan Delft3D .....	35
4.3 Validasi .....	47
4.4 Hasil Simulasi .....	48
4.5 Perhitungan volume keruk dan biaya keruk .....	58
4.6 Hasil perbandingan simulasi dari beberapa desain kolam labuh .....	61
4.7 Hasil analisa kelebihan dari desain kolam labuh skenario 2 .....	63

### **BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN**

5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran .....	66

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	69
-----------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Kolam Labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya.....	2
Gambar 2.1 Bathimetri Kolam Labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya.....	9
Gambar 2.2 Grafik Kedalaman Kolam Labuh.....	10
Gambar 2.3 Dimensi Kapal .....	15
Gambar 2.4 Ukuran dasar kolam di depan dermaga.....	17
Gambar 2.5 Dermaga memanjang pada dermaga petikemas.....	18
Gambar 2.6 Kecepatan endap butir kwarsa berbentuk bola .....	22
Gambar 2.7 Pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap.....	23
Gambar 2.8 Pengaruh konsentrasi suspensi terhadap kecepatan endap.....	24
Gambar 2.9 <i>Software</i> Delft3D .....	29
Gambar 4.1 Kolam labuh <i>existing</i> .....	36
Gambar 4.2 <i>Long section</i> kolam labuh <i>existing</i> .....	37
Gambar 4.3 Kolam labuh baru dan <i>slope</i> skenario 1 .....	37
Gambar 4.4 <i>Long section</i> kolam labuh baru skenario 1 .....	38
Gambar 4.5 Kolam labuh baru dan <i>slope</i> skenario 2 .....	39
Gambar 4.6 <i>Long section</i> kolam labuh baru skenario 2 .....	39
Gambar 4.7 Menu yang ada pada <i>software</i> Delft3D .....	39
Gambar 4.8 File bathimetri format xyz .....	40
Gambar 4.9 Menu RFGRID.....	41
Gambar 4.10 Hasil pembuatan <i>grid</i> .....	41
Gambar 4.11 Menu QUICKIN .....	42
Gambar 4.12 Hasil interpolasi kontur kedalaman .....	43
Gambar 4.13 Menu <i>processes</i> pada delft3D.....	44
Gambar 4.14 Menu boundaries pada delft3D.....	45
Gambar 4.15 Menu output pada delft3D .....	45
Gambar 4.16 Menu start pada delft3D.....	46
Gambar 4.17 Hasil proses <i>running</i> .....	46
Gambar 4.18 Grafik output pasang surut.....	47
Gambar 4.19 Grafik validasi pasang oleh data arus .....	48
Gambar 4.20 Permodelan kolam labuh eksisting .....	49
Gambar 4.21 Titik observasi point kolam eksisting .....	50

Gambar 4.22 Gambar permodelan kolam labuh skenario 1 .....	52
Gambar 4.23 Titik observasi point kolam labuh baru skenario 1 .....	53
Gambar 4.24 Permodelan kolam labuh skenario 2 .....	55
Gambar 4.25 Titik observasi point kolam labuh baru skenario 2 .....	56
Gambar 4.26 Kontur kedalaman kondisi existing .....	58
Gambar 4.27 Kontur kedalaman kolam labuh skenario 1 .....	58
Gambar 4.28 Tinggi selisih kedalaman yang harus dikeruk.....	59
Gambar 4.29 Kontur kedalaman kondisi existing .....	59
Gambar 4.30 Kontur kedalaman kolam labuh skenario 2 .....	60
Gambar 4.31 Tinggi selisih kedalaman yang harus dikeruk.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik kapal <i>maximum</i> yang berlabuh .....	10
Tabel 2.2 Karakteristik Kapal .....	11
Tabel 2.3 Karakteristik Kapal General Cargo Ship .....	11
Tabel 2.4 Perbandingan Rancangan Desain Kolam Labuh .....	14
Tabel 2.5 Tinjauan Karakteristik Kapal.....	16
Tabel 2.6 Tinggi Gelombang Kritis di Pelabuhan .....	19
Tabel 4.1 Input debit dan konsentrasi sedimen.....	47
Tabel 4.2 Peninjauan laju sedimentasi dari titik observasi kolam eksisting.....	50
Tabel 4.3 Peninjauan laju sedimentasi dari titik observasi kolam labuh baru skenario 1 ..	53
Tabel 4.4 Peninjauan laju sedimentasi dari titik observasi kolam labuh baru skenario 2 ..	57
Tabel 4.5 Perhitungan biaya keruk .....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bagi Negara Maritim seperti Indonesia, adanya pelabuhan sangat penting sebagai sektor penunjang perekonomian khususnya pada sarana transportasi laut sebagai penghubung antar pulau. Salah satu pelabuhan terbesar di Jawa Timur yaitu PT. Terminal Petikemas Surabaya yang merupakan gerbang perekonomian Jawa Timur dan Indonesia Timur yang mempunyai dua buah dermaga domestik dan dermaga internasional, yang di tiap – tiap dermaga mempunyai kedalaman dan panjang yang berbeda. Untuk di dermaga domestik kedalamannya 7,5 meter dari LWS dengan panjang 5000 meter, sedangkan untuk dermaga internasional kedalamannya 13 meter dari LWS dengan panjang 1.000 meter.

PT. Terminal Petikemas Surabaya sudah menunjukkan reputasinya yang sangat baik di bidang jasa yang mampu melayani kebutuhan para *eksportir* dan *importir* di kawasan Indonesia bagian timur, dengan adanya dermaga domestik dan dermaga internasional, PT. Terminal Petikemas Surabaya mampu menangani lebih dari dua juta *TEUS* per tahun. Dengan padatnya kapal – kapal yang akan melakukan proses *ekspor dan impor* di PT. Terminal Petikemas Surabaya, maka dari itu perawatan dan perbaikan fasilitas pada kolam labuh pelabuhan sering dilakukan secara berkala dengan rentan waktu yang singkat.

Kegiatan operasional juga dapat menjadi terganggu karena disebabkan oleh salah satu permasalahan pada kolam labuh yaitu masalah sedimentasi, yang mengakibatkan pendangkalan pada kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya, sehingga membuat kolam labuh tidak memenuhi standar kedalaman untuk kapal berlabuh. Sedimentasi yang terjadi pada dermaga domestik sangat tinggi, hasil studi dari Armono (2008) sebelumnya menunjukkan kecepatan sedimentasi di dermaga domestik bisa mencapai 150.000 sampai 200.000 m<sup>3</sup>, yang membuat kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya sering dilakukan *maintenance dredging* pertahunnya.

Pada tahun sebelumnya Ristiyanto dan Murtadlo (2015) pernah meneliti terkait tentang desain kolam labuh untuk pelabuhan Pondok Dayung Fasarkan Tanjung Priyok Jakarta Utara. Dalam penelitian tersebut rancangan desain kolam labuh untuk menampung kapasitas armada kapal-kapal TNI AL baik yang akan berlabuh untuk melakukan perbaikan atau melakukan bongkar muat di pelabuhan.

Dari penelitian sebelumnya penulis juga akan melakukan penelitian yang serupa namun dilakukan dengan konsep yang berbeda dan di daerah yang berbeda pula yaitu di daerah kolam labuh dermaga domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya, yang mana nantinya akan dilakukan pembuatan kolam labuh sesuai standar Dirjen perhubungan laut (1984), OCDI (2002), Kramadibrata (2002), Mentri Perhubungan (2004) dan akan dibandingkan dengan kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya saat ini, jika ada perbedaan pada desain kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya dengan desain kolam labuh yang memenuhi standar akan dilakukan pembenaran dan perbaikan, yang tujuannya dapat meningkatkan kualitas dan mengoptimalkan kinerja kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya.



**Gambar 1.1.** Lokasi Kolam Labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya  
( **Sumber :** *Google Earth* )

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana desain kolam labuh yang ideal untuk pelabuhan berdasarkan panduan dan peraturan untuk PT. Terminal Petikemas Surabaya ?
2. Apa saja perbedaan pada desain kolam labuh yang baru dan desain kolam labuh yang sebelumnya di PT. Terminal Petikemas Surabaya ?
3. Berapa perbandingan laju sedimentasi antara kolam labuh eksisting dan kolam labuh baru ?

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui rancangan kolam labuh yang ideal berdasarkan panduan, peraturan, dan standar untuk desain kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya.
2. Menunjukkan apa saja perbedaan antara desain kolam labuh yang baru dan desain kolam labuh sebelumnya.
3. Menunjukkan perbandingan laju sedimentasi anantara kedua desain kolam labuh.

## **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat setelah dilakukan tugas akhir ini adalah tersusunnya referensi untuk merancang dan memperbaiki desain kolam labuh sesuai standar. Supaya permasalahan yang terjadi pada kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya bisa ditanggulangi dengan baik, dan dapat meningkatkan kinerja kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya.

## **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Data peta batimetri yang digunakan yaitu peta batimetri kolam labuh dermaga domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.
2. Hasil dari desain kolam labuh yang baru hanya di bandingkan pada kolam labuh dermaga domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.
3. Objek yang dievaluasi hanyalah pada kolam labuh.
4. Pengujian hasil analisa desain kolam labuh menggunakan software Delft 3d.

5. Untuk mengetahui volume sedimentasi menggunakan software surfer.
6. Panduan, peraturan, serta standar yang di pakai adalah :
  - *The Technical Standards and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan.* (OCDI,2002)
  - *Standard Design Criteria fo Port in Indonesia.* (Dirjen perhubungan laut,1984)
  - Perencanaan Pelabuhan. (Kramadibrata,2002)
  - Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan.(Mentri Perhubungan,2004)

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang digunakan dalam tugas akhir ini, antara lain:

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini, menjelaskan tentang hal apa saja yang melatarbelakangi sehingga studi ini dilakukan, permasalahan apa yang akan dibahas, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diperoleh dari studi ini, batasan - batasan masalah yang diterapkan, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini.

### **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Selama proses pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini, penulis menggunakan dasar-dasar teori, berbagai macam persamaan dan rumus sehingga dalam bab ini akan dicantumkan hal-hal tersebut sebagai tinjauan pustaka.

### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini lebih menguraikan tentang tahapan-tahapan dan metode yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini.

### **4. BAB IV ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas bagaimana untuk menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini.



## 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari tugas akhir, hasil dari analisis, pembahasan yang dilakukan serta saran-saran yang perlu diberikan untuk penelitian lebih lanjut. Bab ini juga untuk menjawab permasalahan yang telah di rumuskan pada Bab I.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tahap perencanaan pelabuhan ini, perlu dilakukan studi pustaka untuk mengetahui gambaran perencanaan dan perhitungan yang dipakai untuk merencanakan kolam labuh, di samping juga untuk mengetahui dasar-dasar teorinya. Pada perencanaan tersebut digunakan beberapa metode dan perhitungan yang bersumber dari beberapa referensi yang terkait dengan jenis perancangan kolam labuh ini dan di dasarkan pada kondisi nyata di lapangan.

Ristiyanto dan Murtadlo (2015) pernah meneliti terkait tentang desain kolam labuh untuk pelabuhan Pondok Dayung Fasarkan Tanjong Priyok Jakarta Utara. Dalam penelitian tersebut rancangan desain kolam labuh untuk menampung kapasitas armada kapal-kapal TNI AL baik yang akan berlabuh untuk melakukan perbaikan atau melakukan bongkar muat di pelabuhan , namun pada penulisan jurnal kurang mengacu pada peraturan dan panduan pembuatan desain kolam labuh.

Dalam penelitian kali ini yang desain kolam labuh yang digunakan di PT. Terminal Petikemas Surabaya yang mengacu pada standar peraturan yang suda diatur dalam peraturan pemerintah dan berbagai acuan serta panduan, yang akan dimodelkan juga dengan software Delft 3d, dimaksudkan agar dapat memperoleh hasil perencanaan yang optimal dan akurat. Dalam bab ini akan dibahas dasar-dasar perencanaan kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya.

Pandauan, peraturan, serta standar yang di pakai adalah :

- *The Technical Standards and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan* adalah dokumen yang dimaksudkan untuk membantu menginterpretasikan dengan benar standar dan teknis pada pelabuhan, serta untuk memfasilitasi penerapan pada peraturan menteri, dan memberikan metode penyelidikan atau standar yang akan menjadi acuan nilai ketika

dilakukan pada pelaksana desain dan pekerjaan yang sebenarnya, contohnya : spesifik struktur , material , dan lainnya (OCDI,2002).

- ***Standard Design Criteria for Port in Indonesia*** peraturan ini dibuat untuk memfungsikan pelayaran dan pelabuhan yang lebih baik dari Pemerintah Indonesia yang didalamnya berisikan standard dan peraturan untuk fasilitas pelabuhan yang disesuaikan dengan peralatan dan penampilan fisik pelabuhan yang modern (Dirjen perhubungan laut,1984).
- **Perencanaan Pelabuhan** buku ini merupakan referensi yang sangat baik bagi para mahasiswa, dosen, perencanaan pelabuhan, dan praktisi, karena di samping menyajikan semua informasi penting mengenai Teknik Sipil – Pelabuhan, atau Teknik Kelautan khususnya Teknik Pantai dan Pelabuhan, juga berbagai aspek yang berkaitan dengan ekonomi dan transportasi laut (Kramadibrata,2002).
- **Peraturan Menteri Perhubungan nomor : KM 52 Tahun 2004 “ Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan ”** adalah Unit Pelaksana Teknis/Satuan Kerja Pelabuhan Penyeberangan atau Badan Usaha Pelabuhan Penyeberangan yang diatur dalam peraturan Menteri Perhubungan. Dimana terdapat acuan atau standar penyelenggaraan pelabuhan penyebrangan (Menteri Perhubungan, 2004).

### **2.1.2 Data desain kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya**

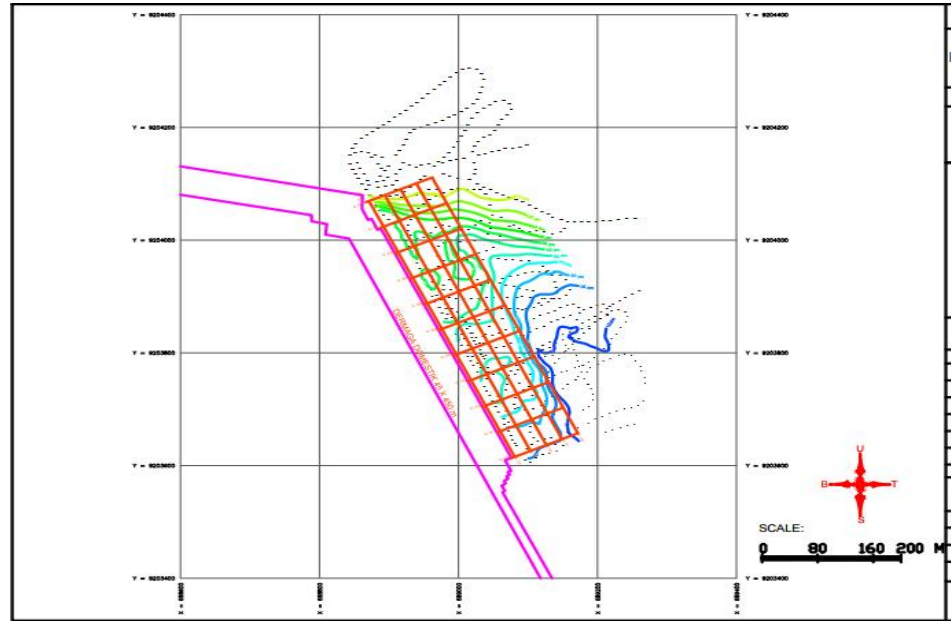
Data pada desain kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya bersumber langsung dari perusahaan PT. Terminal Petikemas Surabaya. Data ditampilkan sebagai berikut :

- Ketinggian air pasang :
  - HAT ( Highest Astronomical Tide ) = 3.3 m
  - MHHW ( Mean Higher High Water ) = 2.3 m
  - MLHW ( Mean Lower High Water ) = 1.8 m
  - MSL ( Mean Sea Level ) = 1.5 m
  - MHLW ( Mean Higher Low Water ) = 1.3 m
  - MLLW ( Mean Lower Low Water ) = 0.6 m
  - LWS ( Low Water Spring Datum ) = 0.0 m

LAT ( Lower Astronomical Water ) = -0.2 m

- Bathymetri

Bentuk kontur didasar laut mengacu pada hasil sounding pada bulan Agustus 2017 yang terbaru.



**Gambar 2.1** Bathimetri Kolam Labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya

- Kecepatan Angin

Desain kecepatan angin adalah 25 m/s

- Data gelombang

Tinggi gelombang = 1.5 m

Periode gelombang = 2 s

Panjang gelombang = 25 m

- Arus

Ukuran kecepatan arus yang berada disekitar lokasi kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya adalah 1.2 m/s

- Karakteristik kapal

**Tabel 2.1** Karakteristik kapal *maximum* yang berlabuh di PT.

Terminal Petikemas Surabaya

Karakteristik kapal maximum yang berlabuh	
Dead weight tonnage	15.000 ton
displacement	19.950 ton
panjang	160 m
lebar	23 m
draft	9.3 m
min. freeboard	6 m
max. freeboard	9.3 m

- Panjang dan lebar kolam labuh

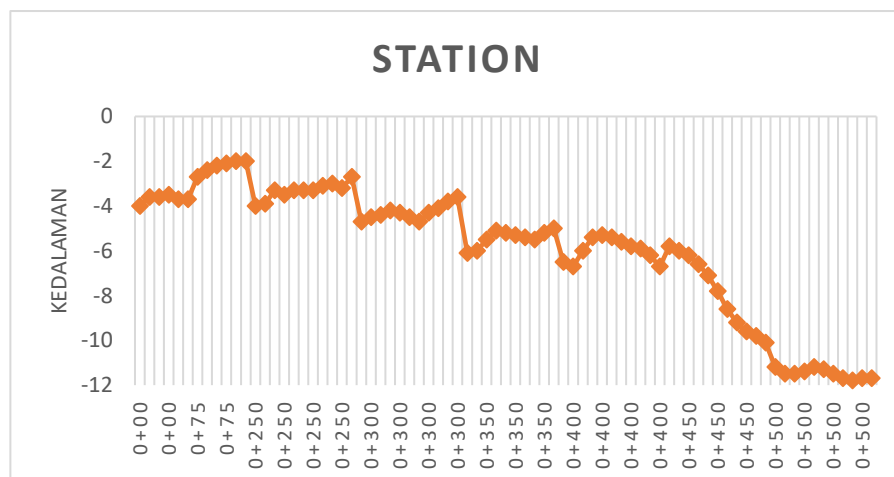
Panjang dan lebar kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya sesuai dengan bathymetri sebagai berikut :

Panjang kolam labuh = 500 m

Lebar kolam labuh = 100 m

- Kedalaman kolam labuh

Kedalam kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya memakai acuan hasil *cross section predredge bathymetri* yang dilakukan oleh PT. Terminal Petikemas Surabaya pada bulan Agustus 2017.



**Gambar 2.2** Grafik Kedalaman Kolam Labuh

Dapat disimpulkan sekarang kedalaman tertinggi pada kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya mencapai -2m dari LWS pada area 0+75m dan terendah 11,8m dari LWS pada area 0+500m.

### 2.1.3 Perencanaan desain kolam labuh menurut peraturan dan panduan

- Penyajian tabel karakteristik kapal (OCDI,2002) adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Karakteristik Kapal (OCDI,2002)

Deadweight tonnage ( <i>DWT</i> )	Length overall ( <i>L</i> )	Molded breadth ( <i>B</i> )	Full load draft ( <i>d</i> )
1,000 ton	67 m	10.9 m	3.9 m
2,000	83	13.1	4.9
3,000	94	14.6	5.6
5,000	109	16.8	6.5
10,000	137	19.9	8.2
12,000	144	21.0	8.6
18,000	161	23.6	9.6
30,000	185	27.5	11.0
40,000	200	29.9	11.8
55,000	218	32.3	12.9
70,000	233	32.3	13.7
90,000	249	38.1	14.7
100,000	256	39.3	15.1
150,000	286	44.3	16.9

- Berikut penyajian dari karakteristik berbagai jenis dan ukurankapal (Dirjen perhubungan laut,1984) :

**Tabel 2.3** Karakteristik Kapal General Cargo Ship (Dirjen perhubungan laut,1984)

Tonnage (ton)	Overall leght (m)	Molded Breadth (m)	Molded Depth (m)	Full Load Draft (m)
700	51	8.5	4.6	3.8
1000	53	9.5	5.1	4.2
2000	74	11.7	6.3	5.1
4000	95	14.4	7.8	6.4
6000	124	16.9	9.5	7.2
8000	135	18.3	10.4	7.5

10000	141	19.4	11.2	8.2
15000	162	21.7	12.7	9.1
20000	177	23.4	13.8	10

Maka dapat disimpulkan dengan data kapal yang berlabuh pada kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya dengan berat maksimum 15.000 dwt mempunyai draft 9.1m.

- Kedalaman Kolam labuh

1. Pada umumnya kedalaman dasar kolam pelabuhan ditetapkan berdasarkan sarat maksimum (*draft*) kapal yang bertambat ditambah dengan jarak aman (*clearance*) sebesar (0,8-1,0)m (Kramadibrata,2002).

Perhitungan :

Kedalaman kolam labuh =  $d + 1.0\text{m}$

$d$  = draft

Kedalaman kolam labuh =  $d + 1.0 = 9.3 + 1.0 = 10.3 \text{ m}$  (2.1)

2. Kedalaman kolam labuh harus 1.05 – 1.15 kali berdasarkan sarat maksimum *draft* desain kapal. Dan juga mempertimbangkan gerak oksilasi kapal karena kondisi alam seperti gelombang, angin, dan arus pasang surut. (Dirjen perhubungan laut,1984)
3. Kedalaman air kolam pelabuhan ditentukan dengan menambahkan minimal sebesar 1,0 m sebagai kelonggaran kedalaman ke beban muatan penuh (*full load draft*) (Menteri Perhubungan, 2004).



- Lebar dan Panjang kolam labuh

Ukuran pelabuhan ditentukan oleh jumlah dan ukuran kapal-kapal yang akan menggunakannya serta kondisi lapangan yang ada.

Ditinjau dari segi biaya, ukuran pelabuhan harus sekecil mungkin, tetapi masih memungkinkan pengoperasian yang mudah. Berikut menentukan panjang dan lebar kolam labuh :

1. Lebar kolam labuh dapat diukur dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut (Kramadibrata,2002) :

Perhitungan :

$$\text{Lebar kolam (b)} = 2B + (30 \sim 40)$$

$$b = \text{Lebar kolam}$$

$$B = \text{Molded Breadth ( Lebar kapal )}$$

$$30 \sim 40 = \text{Jarak antara kapal}$$

$$\text{Lebar kolam (b)} = 2B + (30 \sim 40) = 2 \cdot 23 + 40 = 86 \text{ m} \quad (2.2)$$

2. Panjang kolam labuh

- Panjang dermaga  $A \geq 1,3L$

$$A = \text{Panjang Dermaga/Tempat Sandar Kapal.}$$

$$L = \text{Panjang Kapal}$$

(Menteri Perhubungan, 2004)

- Ukuran panjang kolam labuh dapat diukur dari panjang dermaga pada pelabuhan tersebut (Kramadibrata,2002).

Perhitungan :

$$\text{Panjang kolam labuh (L)} = n \text{ Loa} + (n-1) \cdot 15 + (2.25)$$

$$n = \text{jumlah kapal maksimal yang berlabuh } n \leq 5$$

$$\text{Panjang kolam labuh (L)} = 3 \cdot 160 + (3-1) \cdot 15 + 2.25 = 547 \text{ m} \quad (2.3)$$

jumlah kapal yang berlabuh di kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya berjumlah 3 kapal

#### 2.1.4 Hasil perbandingan desain kolam labuh

**Tabel 2.4** Perbandingan Rancangan Desain Kolam Labuh di PT.Terminal Petikemas Surabaya

DIMENSI	DESAIN KOLAM LABUH SESUAI STANDAR	DESAIN KOLAM LABUH EKSISTING
Kedalaman	-10,3 m	-2 m (terdangkal) dan -11,8 (terdalam)
Panjang	547 m	500 m
lebar	86 m	100 m

Kesimpulan dari hasil perbandingan antara kedua desain adalah :

- Kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya mengalami pendangkalan yang disebabkan oleh sedimentasi yang cukup tinggi mencapai -2 m, sehingga harus melakukan *maintenance dredging* supaya dapat mencapai standar pada kedalaman -10.3 m untuk kapal berlabuh.
- Panjang kolam labuh pada PT. Terminal Petikemas Surabaya seharusnya 547 m dibulatkan menjadi 550 m, dikarenakan jika ada 3 kapal sekaligus yang akan bersandar pada dermaga, maka akan melebihi kapasitas.
- Lebar kolam labuh untuk memenuhi standar dengan 2 jalur kapal, pada kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya yaitu 100 m akan tetapi sedikit melebihi dari standar yang ditentukan yaitu 86 m. Maka dari itu untuk desain kolam labuh baru tetap menggunakan lebar kolam labuh yang lama.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Kolam Labuh

Pengertian kolam labuh menurut Menteri Perhubungan RI (2015) pasal 1 ayat 18 adalah perairan di depan dermaga yang digunakan untuk kepentingan operasional sandar dan olah gerak

kapal. Kriteria desain kolam labuh harus memenuhi syarat menurut Triatmodjo (2010) yaitu :

- Cukup luas, supaya dapat menampung semua kapal yang datang berlabuh dan masih tersedia cukup ruang bebas supaya kapal masih dapat bergerak dengan bebas.
- Cukup lebar, supaya kapal dapat melakukan *maneuver* dengan bebas, sebaiknya merupakan lintasan memutar yang tidak terputus.
- Cukup dalam, supaya kapal terbesar masih dapat masuk pada saat air surut terendah.
- Harus tenang, sehingga memungkinkan kapal berlabuh dengan aman dan memudahkan untuk bongkar muat barang.

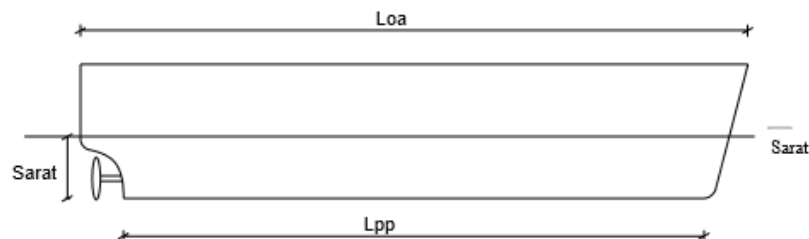
#### A. Kondisi Alam

Pada perencanaan kolam labuh ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan sehubungan dengan kondisi di lapangan, antara lain ( Dirjen perhubungan laut, 1984):

1. Batimetri
2. Situasi Angin
3. Pasang surut
4. Gelombang dan arus
5. Sedimentasi
6. Karakteristik kapal yang bersandar pada dermaga

#### B. Tinjauan Karakteristik Kapal

Dalam merencanakan kolam labuh, maka perlu kita ketahui berbagai sifat dan fungsi kapal, karena dari data ini diketahui ukuran-ukuran pokok dari kapal yang berguna bagi perencana untuk menetapkan ukuran-ukuran teknis kolam labuh.



**Gambar 2.3** Dimensi Kapal

**Tabel 2.5** Tinjauan Karakteristik Kapal (OCDI,2002)

Deadweight tonnage ( <i>DWT</i> )	Length overall ( <i>L</i> )	Molded breadth ( <i>B</i> )	Full load draft ( <i>d</i> )
1,000 ton	67 m	10.9 m	3.9 m
2,000	83	13.1	4.9
3,000	94	14.6	5.6
5,000	109	16.8	6.5
10,000	137	19.9	8.2
12,000	144	21.0	8.6
18,000	161	23.6	9.6
30,000	185	27.5	11.0
40,000	200	29.9	11.8
55,000	218	32.3	12.9
70,000	233	32.3	13.7
90,000	249	38.1	14.7
100,000	256	39.3	15.1
150,000	286	44.3	16.9

DWT : *Deathweight Tonnage* ( total berat dari kapasitas kapal (ton) )

LoA : *Length Overall* (m)

B : *Beam* (m)

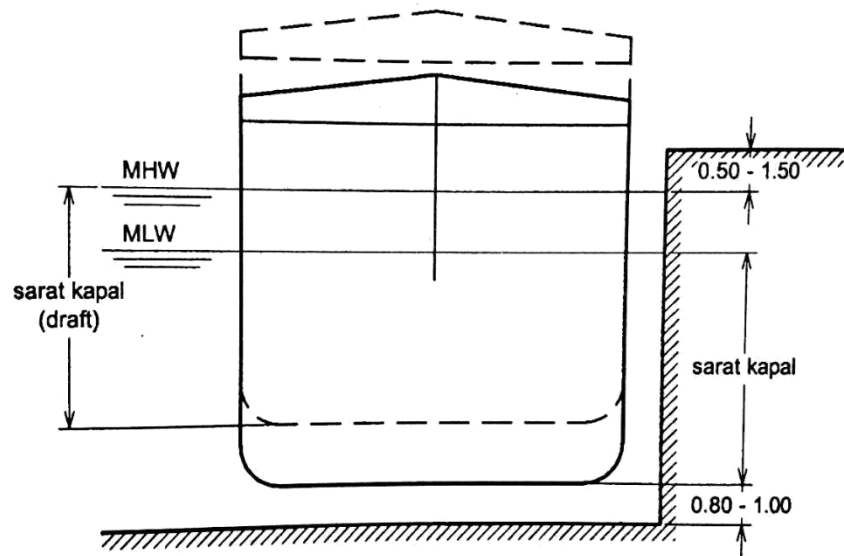
D : *Laden Draft* (m)

### 2.2.2 Pengukuran Desain Kolam Labuh

Pengukuran desain kolam labuh meliputi : pengukuran kedalaman kolam labuh, lebar kolam labuh, dan panjang kolam labuh. Pengukuran didasarkan pada beberapa peraturan dan panduan yang memenuhi standar Dirjen perhubungan laut (1984), OCDI (2002), Kramadibrata (2002), Menteri Perhubungan (2004) untuk menjadi acuan mendesain kolam labuh . dan berikut adalah uraian dari pengukuran desain kolam labuh :

#### A. Kedalaman Kolam Labuh

1. Pada umumnya kedalaman dasar kolam pelabuhan ditetapkan berdasarkan sarat maksimum (*draft*) kapal yang bertambat ditambah dengan jarak aman (*clearance*) sebesar (0,8-1,0)m ( Kramadibrata,2002 ).



**Gambar 2.4** Ukuran dasar kolam di depan dermaga (Kramadibrata, 2002)

2. Kedalaman kolam labuh harus 1.05 – 1.15 kali berdasarkan sarat maksimum *draft* desain kapal. Dan juga mempertimbangkan gerak oksilasi kapal karena kondisi alam seperti gelombang, angin, dan arus pasang surut. (Dirjen perhubungan laut, 1984)
3. Kedalaman air kolam pelabuhan ditentukan dengan menambahkan minimal sebesar 1,0 m sebagai kelonggaran kedalaman ke beban muatan penuh (full load draft). (Menteri Perhubungan, 2004)
4. *Draft* Kapal

*Draft* kapal ditentukan oleh karakteristik kapal terbesar yang menggunakan pelabuhan, muatan yang diangkut, dan juga sifat-sifat air seperti berat jenis, salinitas dan temperature (Dirjen perhubungan laut, 1984).

## B. Lebar Kolam Labuh

Lebar kolam labuh dapat diukur dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut (Kramadibrata,2002) :

$$\text{Lebar kolam (b)} = 2B + (30 \sim 40) \quad (2.4)$$

b = Lebar kolam labuh

B = Molded Breadth ( Lebar kapal )

## C. Panjang Kolam Labuh

1. Ukuran panjang kolam labuh dapat diukur dari panjang dermaga pada pelabuhan tersebut (Kramadibrata,2002) :

$$L = nLoa + (n-1) \times 15 + 25 \quad (2.5)$$

L = Panjang Kolam Labuh

Loa = Panjang Kapal

n = Jumlah kapal maksimal yang berlabuh  $n \leq 5$



**Gambar 2.5** Dermaga memanjang pada dermaga petikemas

2. Panjang dermaga  $A \geq 1,3L$

A = Panjang Dermaga/Tempat Sandar Kapal.

L = Panjang Kapal

(Menteri Perhubungan, 2004)

### 2.2.3 Ketenangan di pelabuhan

Kolam pelabuhan harus cukup tenang baik dalam kondisi biasa maupun badai. Kolam di depan dermaga harus tenang untuk memungkinkan penambatan selama 95% - 97,5% dari perhari atau lebih dalam satu tahun. Tinggi gelombang kritis untuk bongkar muat barang di kolam di depan fasilitas tambatan ditentukan berdasarkan jenis kapal, ukuran dan kondisi bongkar muat, yang dapat diberikan dalam Tabel 2.6 . (Triatmodjo,2010)

**Tabel 2.6** Tinggi Gelombang Kritis di Pelabuhan (Triatmodjo,2010)

Ukuran Kapal	Tinggi gelombang kritis untuk bongkar muat ( $H_{1/3}$ )
Kapal kecil	0,3 m
Kapal sedang dan besar	0,5 m
Kapal sangat besar	0,7 - 1,5 m

Catatan :

1. Kapal kecil : kapal kurang dari 500 GRT yang selalu menggunakan kolam untuk kapal kecil
2. Kapal sedang dan besar : kapal selain kapal kecil dan sangat besar
3. Kapal sangat besar : kapal lebih dari 500.000 GRT yang menggunakan dolphin besar dan tambatan di laut

### 2.2.4 Sedimentasi

Sedimen, yang tersusun dari batuan, mineral, dan material organik, secara alamiah selalu ada dalam sungai, danau, *estuary*, dan air laut. Sedimen ini terbawa oleh aliran air dari satu tempat ke tempat yang lain sampai mengendap pada lokasi tertentu. Sedimen yang bercampur air dalam jumlah sedikit tidak membuat warna air berubah, sedangkan pada air yang mengandung banyak sedimen dapat berwarna coklat keruh. Sedimen yang terendap pada suatu daerah mempunyai beberapa manfaat bagi kehidupan, antara lain dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, bahan *coastal restoration* dan sebagai tempat berkembang biak beberapa spesies

air. Sedimen yang terlalu sedikit dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, hal ini terjadi di pantai Louisiana yang setiap tahun tergerus karena transpor sedimen yang berasal dari sungai Mississippi terlalu sedikit. Terlalu banyaknya sedimen juga dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan dan kerugian ekonomis, hal ini dapat dicontohkan pada alur pelayaran yang mengalami sedimentasi dapat mengakibatkan pendangkalan, kapal kesulitan keluar masuk kolam labuh dan kapal harus mengurangi muatan agar tidak kandas (Mc.Anally, 2004)

Sedimentasi dapat diartikan sebagai proses terangkutnya/terbawanya sedimen oleh suatu limpasan/aliran air yang diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti seperti pada saluran sungai, waduk, danau maupun kawasan tepi teluk/laut. Ada tiga faktor utama yang mengontrol sebaran sedimen di daerah pantai, yaitu sumber sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen sepanjang profil pantai dihasilkan oleh variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen. Selain itu semuanya tergantung pada gerakan air dan karakteristik material pantai yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama besarnya dalam mengaduk dan memindahkan material ke tempat lain. Fenomena diatas juga bergantung pada karakteristik dari material dasar pantai dan pengaruh gelombang dan arus. Material dasar laut yang terangkut dapat berupa *bed load* seperti misalnya pasir serta melayang untuk jenis material pantai yang dapat tersuspensi berupa lumpur dan lempung (Purmitasari,2014). Laju sedimentasi adalah jumlah hasil sedimen persatuan luas daerah tangkapan air atau daerah aliran sungai persatuan waktu.



### 2.2.5 Sedimen dan Sifat-sifat sedimen

Sedimen pantai berasal dari beberapa hal, yaitu erosi garis pantai itu sendiri, dari daratan yang dibawa oleh sungai, dan dari laut dalam yang dibawa arus menuju pantai. Terdapat tiga macam pergerakan angkutan sedimen (Ronggodigdo, 2011) yaitu:

#### *a. Bed Load Transport*

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan bed load. Adanya bed load ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat berupa gerakan bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran dengan kecepatan yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding di sepanjang saluran.

#### *b. Suspended Load Transport*

Suspended load adalah material dasar sungai (bed material) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus yang senantiasa mengambang diatas dasar sungai, karena selalu terdorong keatas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut akan tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

#### *c. Wash Load Transport*

Wash load merupakan angkutan sedimen dengan partikel sangat halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*) yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut. Sumber utama dari wash load adalah hasil pelapukan lapisan

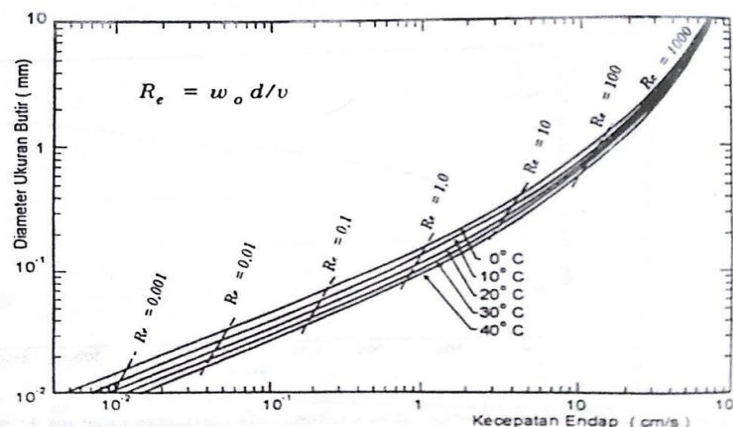
atau batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relative cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong aliran tersebut.

### 2.2.6 Kecepatan Endap Sedimen

Kecepatan endap butir sedimen merupakan hal penting di dalam mempelajari mekanisme transpor sedimen, terutama untuk sedimen suspensi. Untuk sedimen non kohesif, seperti pasir, kecepatan endap dapat dihitung menggunakan rumus stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen dan air, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Pada Gambar 2.6 menunjukkan kecepatan endap butir kwarsa berbentuk bola di air sebagai fungsi ukuran butir dan temperature air (Bonnefille R, 1980). Dalam gambar tersebut  $R_w$  adalah angka Reynolds butiran yang berbentuk:

$$R_w = \frac{WD}{\nu} \quad (2.6)$$

dengan D adalah diameter butir, W adalah kecepatan endap dan  $\nu$  adalah kekentalan kinematik air.

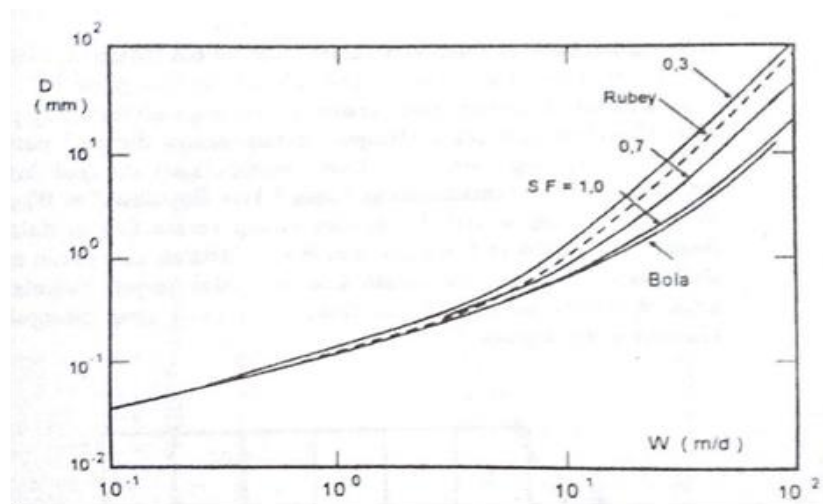


**Gambar 2.6** Kecepatan endap butir kwarsa berbentuk bola  
(Triadmodjo, 1999)

Apabila butir pasir tidak berbentuk bola, seperti kebanyakan pasir yang ada di alam, maka perlu diperhitungkan bentuk butiran yang dinyatakan dengan faktor bentuk yang diberikan berikut ini,

$$SF = \frac{D_1}{(D_2 D_3)^{\frac{1}{2}}} \quad (2.7)$$

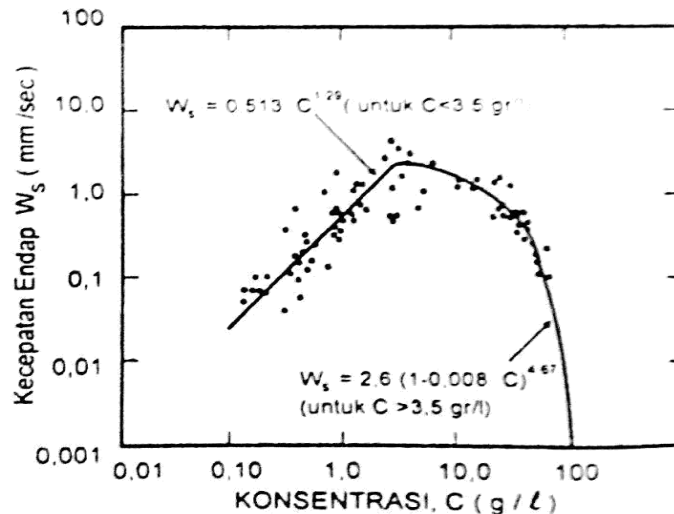
dengan  $D_1$ ,  $D_2$  dan  $D_3$  adalah panjang sumbu-sumbu terpendek, menengah dan terpanjang. Pada gambar 2.7 menunjukkan pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap. Kurva tersebut dibuat berdasar percobaan dengan menggunakan sedimen di air pada temperatur 20° C (Sleath, 1982).



**Gambar 2.7** Pengaruh faktor bentuk terhadap kecepatan endap  
(Triadmodjo, 1999)

Untuk sedimen kohesif kecepatan endap dipengaruhi oleh banyak faktor seperti konsentrasi sedimen suspensi, salinitas dan diameter partikel. Konsentrasi suspensi adalah parameter paling penting dalam proses flokulasi, yang berarti juga pada kecepatan endap  $W$  dengan konsentrasi suspensi  $C$  (Mehta, 1984). Salinitas juga berpengaruh terhadap kecepatan endap seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.8 (Migniot, 1968). Kecepatan endap meningkat cepat dengan salinitas sampai pada 2% dan kemudian konstan. Diameter butir sedimen berpengaruh terhadap proses flokulasi. *Flokulasi* berkurang dengan bertambahnya dimensi partikel karena

kohesi berkurang. *Flokulasi* yaitu fenomena dimana resultan gaya permukaan yang bekerja pada partikel sedimen adalah dominan gaya tarik, maka partikel akan berkumpul dan membentuk kumpulan sedimen yang disebut *flok* dengan dimensi yang lebih besar dari pada partikel sedimen individu.



**Gambar 2.8** Pengaruh konsentrasi suspensi terhadap kecepatan endap (Triadmodjo, 1999)

### 2.2.7 Transpor Sedimen

Transpor sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus yang dibangkitkannya. Transpor sedimen pantai inilah yang akan menentukan terjadinya sedimentasi atau erosi di daerah pantai. Material non kohesif lebih dikenal dengan bed load transport karena butiran partikel sedimennya berpindah dengan cara menggeser, menggelinding atau meloncat. Sedangkan material sedimen kohesif sering disebut sebagai suspended load transport, sebab material sedimen berpindah dengan cara melayang di air.

Ada tiga faktor utama yang mengontrol sebaran sedimen di daerah pantai, yaitu sumber sedimen, tingkat energi gelombang dan kemiringan pantai. Sebaran sedimen sepanjang profil pantai dihasilkan oleh variasi tegak lurus pantai terhadap ukuran sedimen. Selain itu semuanya tergantung pada gerakan air dan karakteristik

material pantai yang terangkut. Pada daerah pesisir pantai gerakan dari air dapat terjadi karena adanya kombinasi dari gelombang dan arus. Gelombang dan arus memiliki peranan yang sama pentingnya dalam perpindahan material ke tempat lain. Fenomena di atas juga bergantung pada karakteristik dari material dasar pantai, pengaruh gelombang dan arus.

Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, atau pengendapan sedimen/pelumpuran pada alur pelabuhan atau muara adalah beberapa contoh permasalahan yang berkaitan dengan sedimen transport. Pengetahuan mengenai sedimen transport ini berguna untuk memperkirakan kecepatan dan jumlah transport sedimen. Sehingga dengan pemahaman tingkat/kecepatan sedimen transport, kemungkinan untuk perubahan garis pantai dapat diketahui sebelumnya dan pengaruhnya terhadap bangunan-bangunan buatan dapat diminimumkan (Achmad, 2011).

Transport sedimen dibedakan menjadi dua macam yaitu transport menuju pantai dan transport meninggalkan pantai (*Onshore-offshore transport*) yang mempunyai arah rata-rata tegak lurus garis pantai, sedangkan transport sepanjang pantai (*longshore transport*) mempunyai arah rata-rata sejajar pantai (CERC,1984). Sifat-sifat sedimen yang dapat mempengaruhi laju transport sedimen di sepanjang pantai. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju sedimen antara lain :

1. Karakteristik material sedimen (distribusi butir, bentuk, ukuran, rapat massa)
2. Karakteristik gelombang dan arus (arah dan kecepatan angin, pasang surut)

### 2.2.8 Pasang Surut

Muka air laut selalu mengalami perubahan, terutama dalam hal ketinggian. Beberapa perubahan terjadi setelah beberapa tahun, tetapi sebagian ada yang mengalami perubahan di setiap harinya yang dikenal dengan istilah pasang surut. Laut naik paling tinggi ketika pasang naik, kemudian kembali ke permukaan paling rendahnya ketika muka air surut. Menurut Triadmodjo (1999), pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Ketika bulan bergerak mengitari bumi, kekuatan gravitasinya menarik air yang paling dekat dari posisinya. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari (Triadmodjo, 1999).

Elevasi muka air pasang surut ditentukan berdasarkan pengukuran selama 1 atau 30 hari. Beberapa elevasi tersebut dibagi menjadi yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Muka air laut tinggi (*high water level*, HWL), adalah muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- b. Muka air rendah (*low water spring*, LWS), adalah muka air terendah yang dicapai saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- c. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*, MHWL), adalah rerata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- d. Muka air rendah rerata (*mean low water level*, MLWL), adalah rerata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- e. Muka air laut rerata (*mean sea level*, MSL), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi elevasi di daratan.
- f. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*, HHWL), adalah muka air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

g. Muka air rendah terendah (*lowest low water level*, LLWL), adalah muka air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati. Beberapa definisi muka air tersebut banyak digunakan dalam perencanaan bangunan pantai dan pelabuhan. Salah satunya adalah LLWL, LLWL diperlukan untuk menentukan kedalaman alur pelayaran dan kolam labuh.

#### **2.2.9 Software DELFT3D**

Delft3D adalah salah satu software yang dikembangkan oleh deltares sebagai suite perangkat lunak komputer terpadu yang unik untuk Multi-Disiplin. Pendekatan dan perhitungan di daerah pesisir, sungai dan muara dapat dilakukan simulasi arus, transport sedimen, gelombang, kualitas air, perkembangan morfologi, dan ekologi. Para ahli dan non-ahli merancang Suite *Delft3D* tersusun dari beberapa modul yang sementara mampu berinteraksi. Adapun *Delft3D-FLOW* manual salah satu dari modul ini adalah simulasi hidronamika multi deimensi (2D dan 3D), program yang menghitung fenomena aliran dan arus yang dihasilkan dari pasang surut dan Meteorolgi yang memaksa pada persegi panjang atau lengkung, grid yang dipasang batas untuk mencapai pendekatan koordinat.

Software ini membutuhkan perangkat lunak pendukung seperti MATLAB, dan ArcGIS. Informasi luas genangan ini sangat bermanfaat untuk memprediksikan tindakan apa yang akan dilakukan terhadap suatu kawasan dan sebagai alat bantu untuk memprediksi informasi yang yang ditampilkan dalam peta bencana (hazard map). Hasil akhir dari simulasi Delft3D ditampilkan dalam format GIS, berupa genangan tsunami yang terjadi di kawasan pantai yang dibangkitkan oleh gempa bumi yang terjadi di lautan dengan skenario yang sudah dipersiapkan sebelumnya.

Ada beberapa penerapan dalam delft3D yang bisa dilihat sebagai berikut :

- Aliran angin dan arus angin (Badai)
- Aliran yang didorong kepadatan dan terarah
- Simulasi aliran sungai
- Simulasi di danau dan waduk
- Simulasi Tsunami, lompatan hidrolik, dan gelombang banjir
- Lumpur air tawar di teluk
- Intrusi garam
- Stratifikasi termal di danau, laut dan waduk (Penggolongan dimensi)
- Pendingin air intake dan outlet air limbah
- Angkutan bahan terlarut dan polutan
- Transportasi sedimen dan morfologi online
- Arus ombak
- Aliran Non-Hidrostatik

Berikut adalah fitur standard Delft3D yang harus diperhatikan :

- Pemicu pasang surut
- Efek rotasi bumi (Coriolis force).
- Densitas aliran yang digerakkan (gradien tekanan dalam persamaan momentum).
- Advection-difusion solver disertakan untuk menghitung gradien kepadatan dengan fasilitas opsional untuk merawat gradien yang sangat tajam secara vertikal.
- Ruang dan waktu bervariasi angin dan tekanan atmosfer.
- Model turbulensi lanjutan memperhitungkan viskositas turbulen vertikal dan difusivitas. Berdasarkan konsep eddy viscosity. Empat pilihan disediakan: k- $\epsilon$ , k-L, algebraic dan model konstan.
- Waktu berbagai sumber dan sink (misalnya debit sungai).
- Simulasi debit termal, debit buangan dan asupan air pendingin pada lokasi dan kedalaman apapun.
- Trek drogue.
- Simak simulasi pengeringan dan genangan banjir pasang surut.



Berikut adalah Fitur Khusus Delft3D yang harus diperhatikan :

- Berbagai pilihan untuk sistem koordinat (rectilinear, curvilinear atau spherical).
- Built-in switch otomatis mengubah koefisien 2D bottom-stress menjadi koefisien 3D.
- Koreksi anti-creep built-in untuk menekan difusi vertikal buatan dan aliran buatan untuk grid.
- Built-in switch untuk menjalankan model dengan baik? -model atau di Z-model.
- Berbagai pilihan untuk model pertukaran panas melalui permukaan air bebas.
- Tegangan yang diinduksi gelombang dan fluks massa.
- Pengaruh gelombang pada tegangan geser tempat tidur.
- Fasilitas opsional untuk menghitung intensitas fenomena gerak spiral dalam arus (mis.Di tikungan sungai) yang sangat penting dalam studi sedimentasi dan erosi (untuk kedalaman rata-rata - perhitungan 2DH - saja).
- Fasilitas opsional untuk analisis pasang surut parameter output.
- Fasilitas opsional untuk poin spesial seperti gerbang 3D, Current DeflectingWall (CDW) mengapung struktur, jembatan, gorong-gorong, pelat berpori dan bendung.
- Fasilitas opsional untuk beralih di antara sejumlah pemecah adveksi.
- Fasilitas opsional untuk fungsi yang ditentukan pengguna.
- Dekomposisi domain.

(Deltares,2015)



**Gambar 2.9** *Software Delft3D*

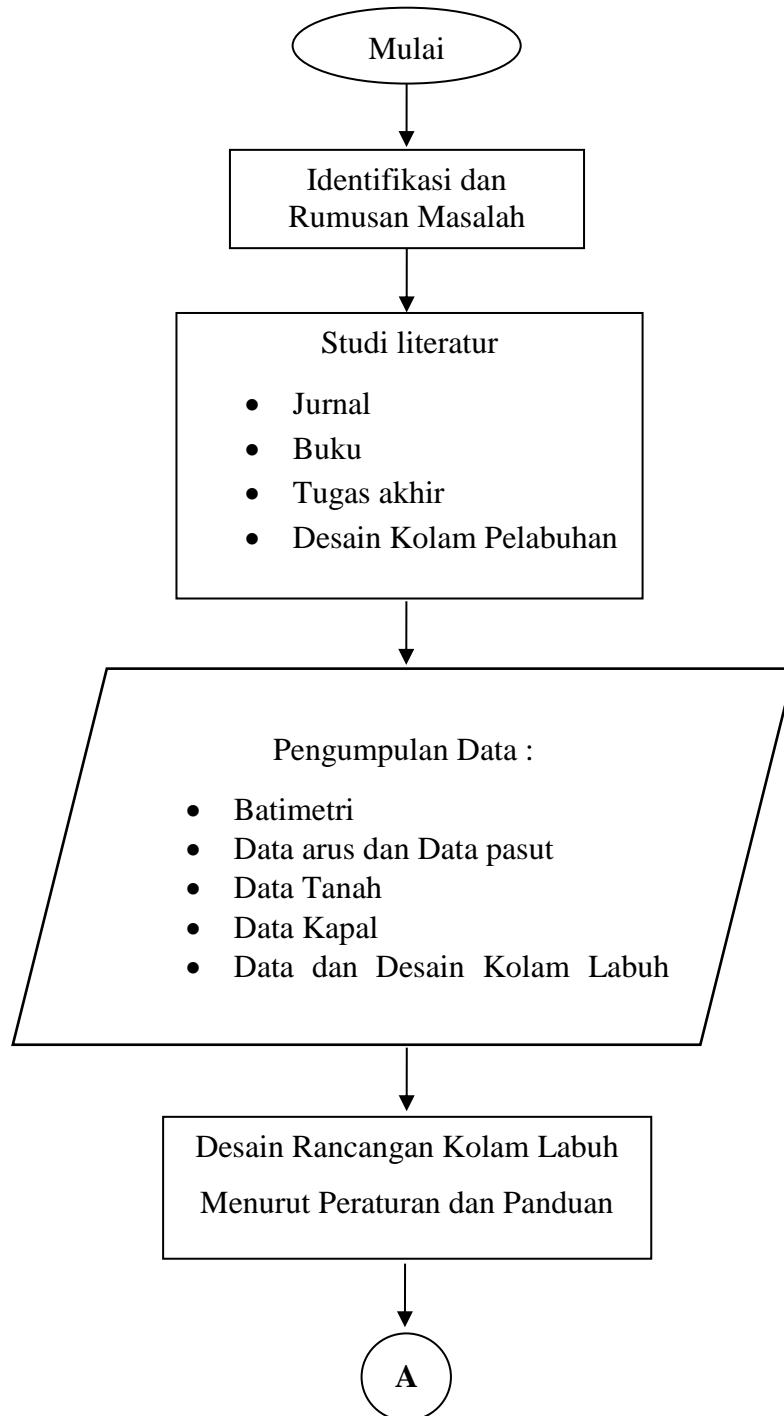
*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

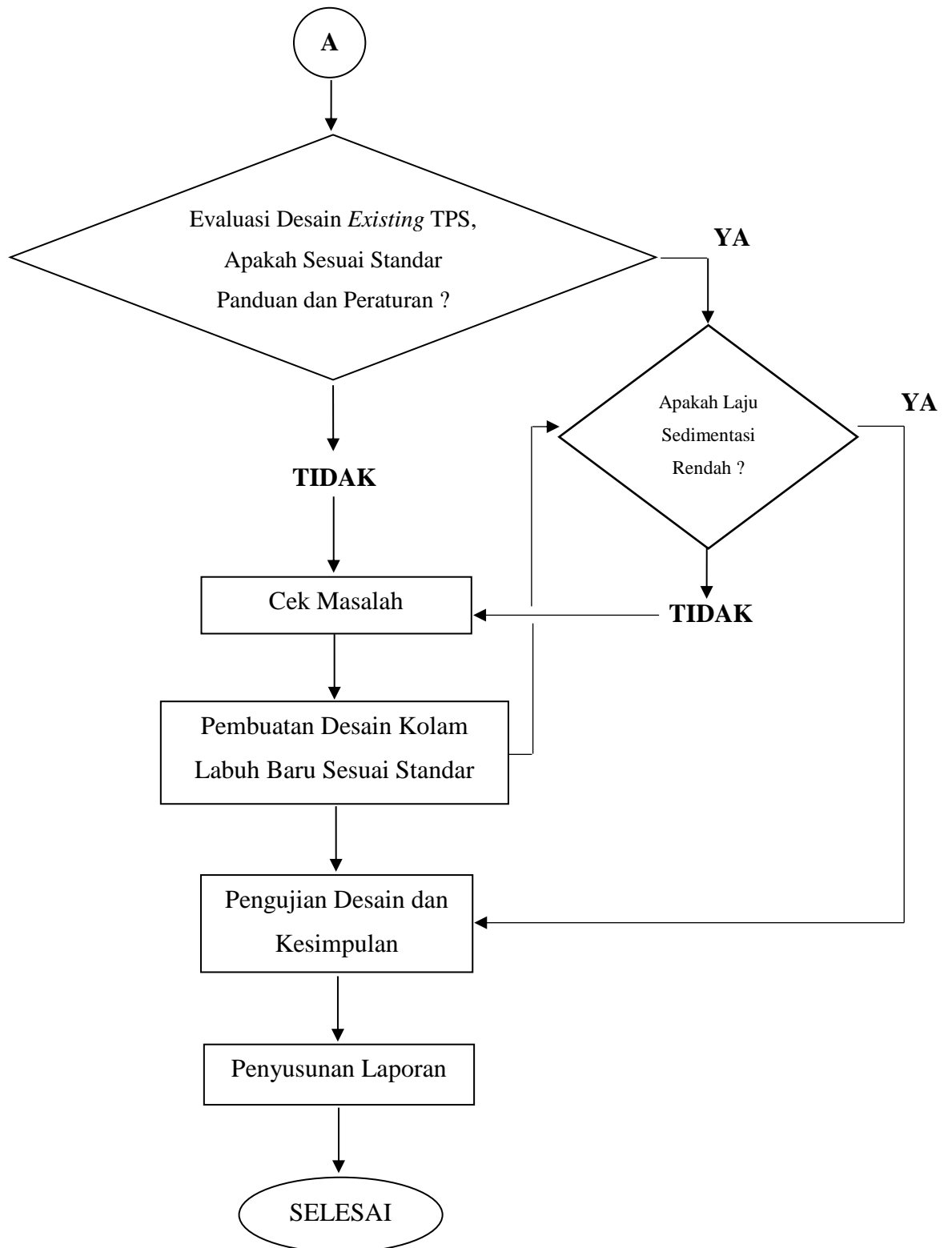
## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1 Metodologi

Alur pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :





**Gambar 3.1** Diagram Alir Metodologi Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada **Gambar 3.1** dapat dijelaskan sebagai berikut :

### **1. Identifikasi dan Rumusan Masalah**

Pada tahap ini adalah tahap awal untuk memulai menyusun tugas akhir yaitu mengetahui latar belakang dan permasalahan, dengan tahap ini kita mualai bisa memikirkan kerangka tugas akhir.

### **2. Studi Literatur**

Studi literatur meliputi mencari serta mempelajari buku, jurnal, ataupun laporan tugas akhir terdahulu yang membahas pokok permasalahan yang sama atau mirip dengan tugas akhir ini, dan juga peraturan perundangan-undangan dan peraturan menteri.

### **3. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan tahap yang sangat penting dalam prosedur pengerjaan tugas akhir ini, karena data akan mempengaruhi hasil dari perhitungan.

### **4. Desain Rancangan Kolam Labuh Menurut Peraturan dan Panduan**

Mengkaji desain rancangan kolam labuh menurut panduan dan peraturan, sehingga bisa menjadi acuan di kolam labuh yang sudah ada di PT. Terminal Petikemas Surabaya.

### **5. Mengevaluasi Desain *Existing* TPS**

Mulai mengevaluasi desain kolam labuh *existing* TPS, apakah sudah sesuai dengan standar panduan dan peraturan. Jika ya, akan muncul pertanyaan “ Apakah Laju Sedimentasi Rendah ? “. Jika tidak, akan menuju ketahap pengecekan masalah, kemudian pembuatan desain kolam labuh baru yang sesuai standar dan setelah itu di *running* menggunakan *software* Delft 3D.

### **6. Apakah Laju Sedimentasi Rendah ?**

Pertanyaan ini muncul ketika mengevaluasi desain kolam labuh *existing* TPS dan pembuatan desain kolam labuh baru yang telah memenuhi standar.

**7. Cek Masalah.**

Mengecek apa saja kesalahan yang terjadi yang diakibatkan dari laju sedimentasi yang masih rendah.

**8. Pembuatan Desain Kolam Labuh Baru Sesuai Standar**

Setelah melakukan evaluasi dan pengecekan desain *existing* kolam labuh di TPS. Maka dapat dibuat desain kolam labuh yang baru dengan sesuai standar panduan dan peraturan. Dan kemudian akan di cek kembali “ apakah sedimentasinya rendah atau tidak ? ”.

**9. Pengujian Desain dan Kesimpulan.**

Pada tahap ini bisa ditarik kesimpulan dari hasil uji menggunakan Delft 3D dan *output* dari hasil uji harapannya dapat menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada desain *existing* kolam labuh maupun desain yang baru dari kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya..

**10. Penyusunan laporan.**

Setelah berbagai tahapan telah dilakukan barulah penyusunan laporan bisa diselesaikan.

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Lokasi Studi

Lokasi studi berada di kolam labuh dermaga domestik PT.Terminal Petikemas Surabaya yang akan menjadi objek evaluasi berdasarkan beberapa peraturan dan panduan yang telah dijelaskan pada batasan masalah yaitu :

- *The Technical Standards and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan.* (OCDI,2002)
- *Standard Design Criteria fo Port in Indonesia.* (Dirjen perhubungan laut,1984)
- Perencanaan Pelabuhan. (Kramadibrata,2002)
- Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan ( Menti Perhubungan,2004)

Berikut adalah penyajian lokasi studi kolam labuh dalam keadaan *existing* dan rancangan kolam labuh dengan menggunakan 2 skenario :

##### A. Kolam labuh *existing*

Kolam labuh *existing* memiliki data sebagai berikut :

1. Karakteristik kapal yang beralabuh :

DWT : 15000 ton  
Panjang : 160 m  
Lebar : 23 m  
Draft : 9.3 m

2. Dimensi kolam labuh *existing* :

Panjang : 500 m  
Lebar : 100 m  
Kedalaman : -2 terdangkal , -11 terdalam dari msl

##### B. Kolam labuh baru skenario 1

Kolam labuh yang baru skenario 1 memiliki data sebagai berikut :

1. Karakteristik kapal yang beralabuh :

DWT : 15000 ton  
Panjang : 160 m  
Lebar : 23 m

Draft : 9.3 m

2. Dimensi kolam labuh baru skenario 1 :

Panjang : 550 m

Lebar : 100 m

Kedalaman : -10.5 m

**C. Kolam labuh baru skenario 2**

Kolam labuh yang baru skenario 2 memiliki data sebagai berikut :

A. Karakteristik kapal yang beralabuh :

DWT : 15000 ton

Panjang : 160 m

Lebar : 23 m

Draft : 9.3 m

B. Dimensi kolam labuh baru skenario 2 :

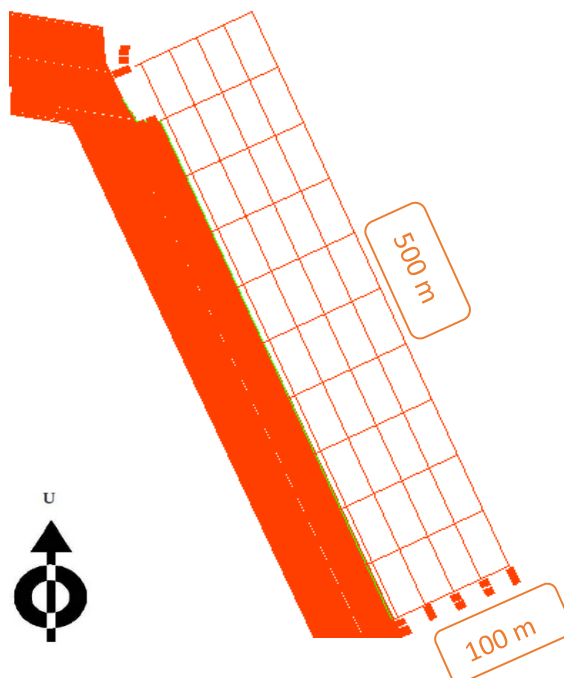
Panjang : 550 m

Lebar : 100 m

Kedalaman : -12 m

**D. Berikut adalah gambaran dari kolam labuh *existing* dan kolam labuh baru :**

**1. Gambar kolam labuh *existing***



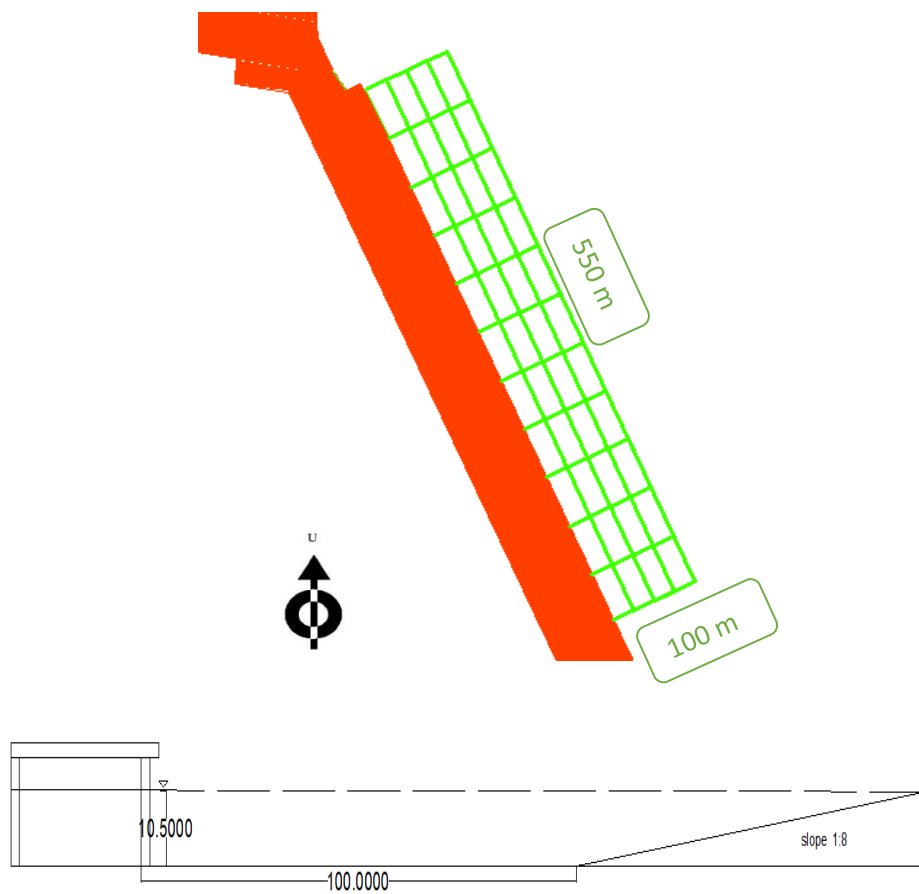
**Gambar 4.1 Kolam labuh *existing***





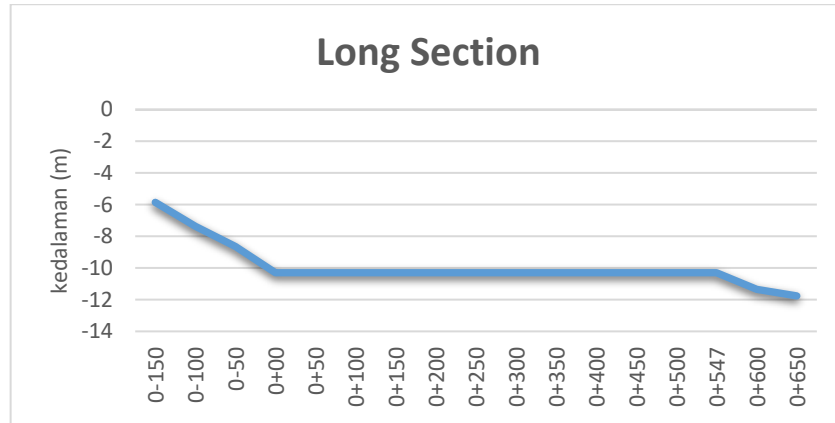
**Gambar 4.2** *Long section* kolam labuh existing

## 2. Gambar kolam labuh baru skenario 1



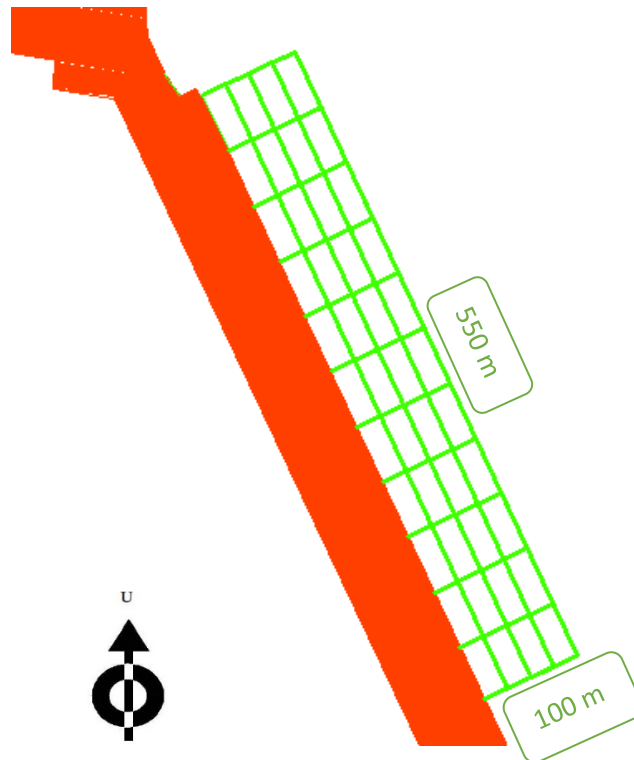
**Gambar 4.3** kolam labuh baru dan *slope* skenario 1

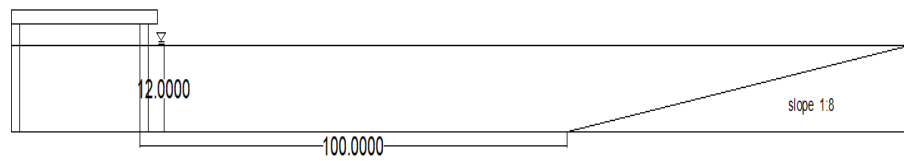
Pada kolam labuh baru skenario 1 didesain dengan *slope* 1 : 8 karena membuat kemiringan pada lereng lebih stabil dan tidak terlalu curam sehingga sedimen yang menumpuk tidak longsor.



**Gambar 4.4** *Long section* kolam labuh baru skenario 1

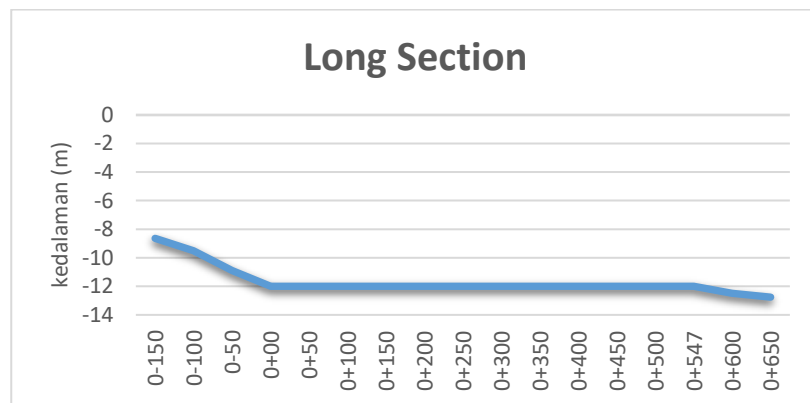
### 3. Gambar kolam labuh skenario 2





**Gambar 4.5** Kolam labuh baru dan *slope* skenario 2

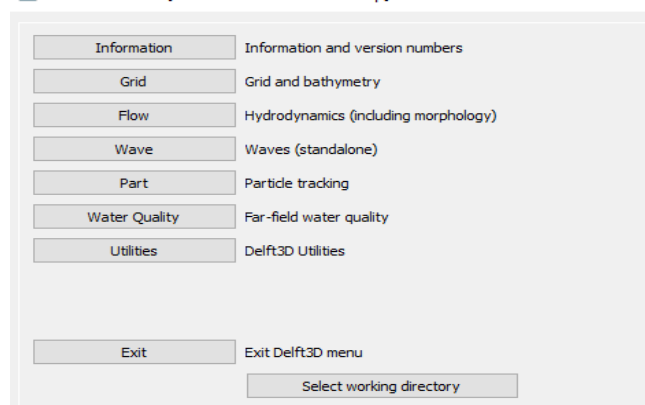
Pada desain kolam labuh skenario 2 juga menggunakan desain *slope* yang sama dengan desain kolam labuh skenario 1 yaitu dengan desain *slope* 1: 8.



**Gambar 4.6** Long section kolam labuh baru skenario 2

## 4.2 Permodelan Delft3D

Setelah selesai membandingkan kedua model kolam labuh, ditahap selanjutnya kita akan menggunakan software delft3D untuk menyelesaikan tugas akhir ini, yang mana delft3D digunakan untuk memodelkan penambahan volume sedimentasi pada kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya.

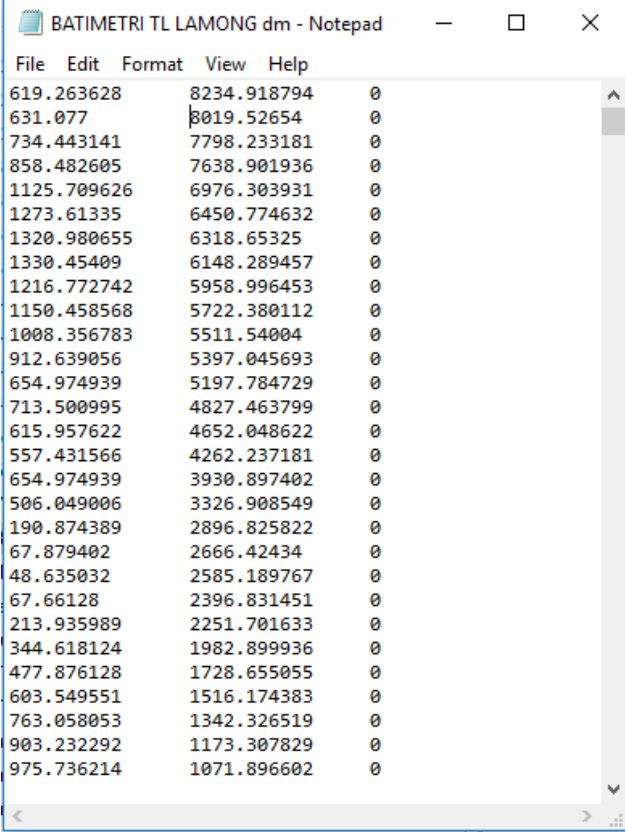


**Gambar 4.7** Menu yang ada pada *software* Delft3D

Pada gambar diatas adalah gambar yang muncul pada menu utama *software* delft3D yang nantinya akan digunakan untuk menginput berbagai data untuk memunculkan hasil dari permodelan yang kita inginkan. Adapun data yang diinput antara lain :

#### A. Data Batimetri

Peta batimetri adalah data penting yang harus dimasukan dalam melakukan simulasi atau permodelan, untuk dapat menginput data batimetri kedalam *software* delft3D harus memasukan terlebih dahulu peta batimetri asli kedalam autocad, selanjutnya plot peta batimetri tersebut dari autocad dengan format.dxf. Setelah mendapatkan peta batimetri dengan format .dxf selanjutnya kita juga harus merubah format .dxf tersebut menjadi .xyz dengan bantuan software Dxf2xy untuk format .xyz, format .xyz berguna agar elevasi kedalaman dari kontur batrimetri dapat terlihat.

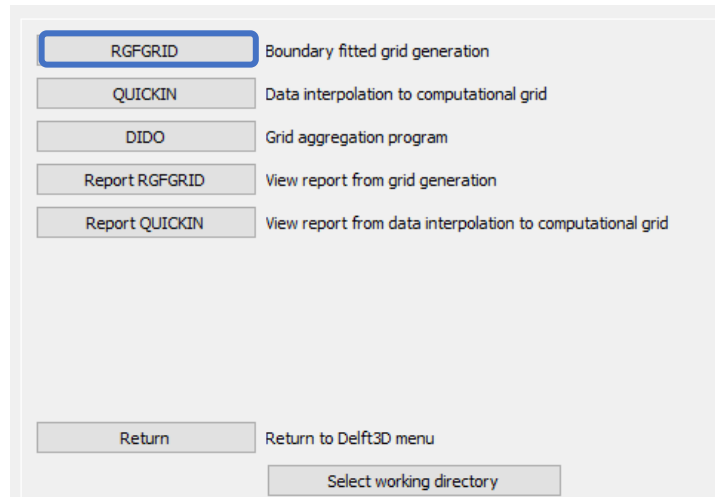


File	Edit	Format	View	Help
619.263628		8234.918794	0	
631.077		8019.52654	0	
734.443141		7798.233181	0	
858.482605		7638.901936	0	
1125.709626		6976.303931	0	
1273.61335		6450.774632	0	
1320.980655		6318.65325	0	
1330.45409		6148.289457	0	
1216.772742		5958.996453	0	
1150.458568		5722.380112	0	
1008.356783		5511.54004	0	
912.639056		5397.045693	0	
654.974939		5197.784729	0	
713.500995		4827.463799	0	
615.957622		4652.048622	0	
557.431566		4262.237181	0	
654.974939		3930.897402	0	
506.049006		3326.908549	0	
190.874389		2896.825822	0	
67.879402		2666.42434	0	
48.635032		2585.189767	0	
67.66128		2396.831451	0	
213.935989		2251.701633	0	
344.618124		1982.899936	0	
477.876128		1728.655055	0	
603.549551		1516.174383	0	
763.058053		1342.326519	0	
903.232292		1173.307829	0	
975.736214		1071.896602	0	

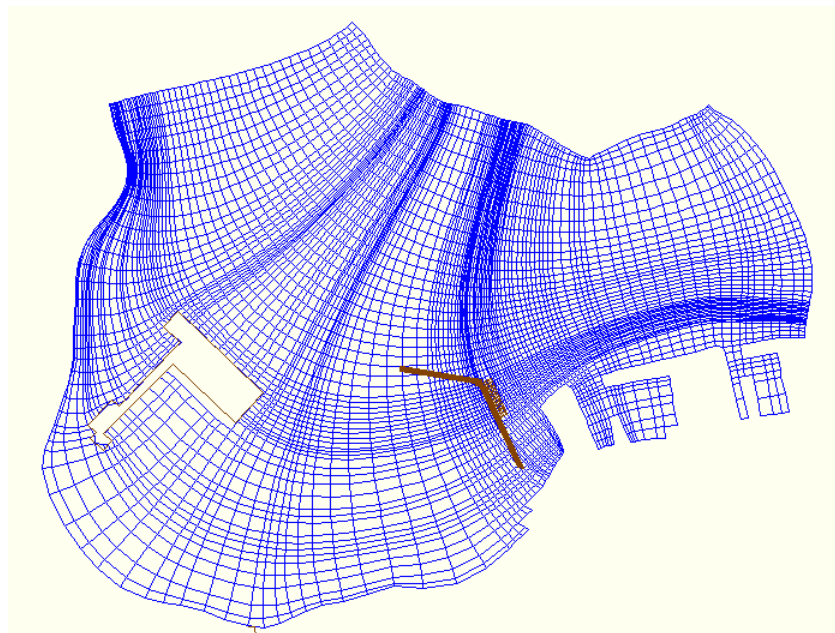
**Gambar 4.8** File bathimetri format xyz

## B. Delft3D – RFGRID

Menu delft3D yang bernama RFGRID berfungsi untuk pembuatan model *meshing*. *Meshing* digunakan untuk pembuat batasan pada objek batimetri dalam bentuk *grid*.



**Gambar 4.9** Menu RFGRID

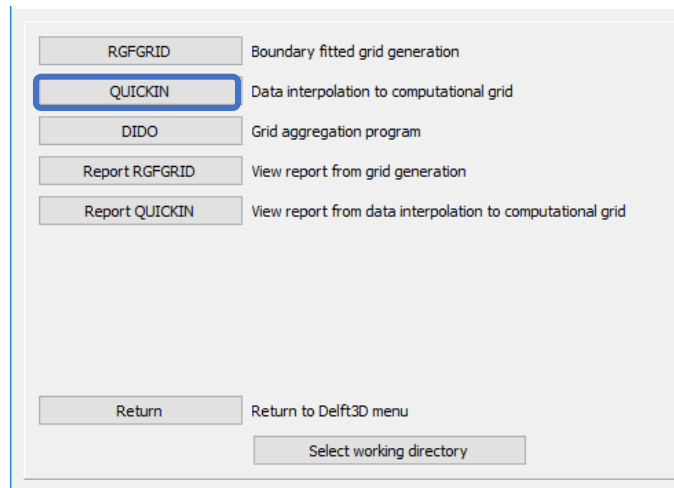


**Gambar 4.10** Hasil pembuatan *grid*

Setelah *grid* sudah mencakup daerah yang akan dianalisa seperti gambar diatas, maka *grid* di *export* kedalam format *.grd* agar dapat diinputkan kedalam menu delft3D-DQUICKIN.

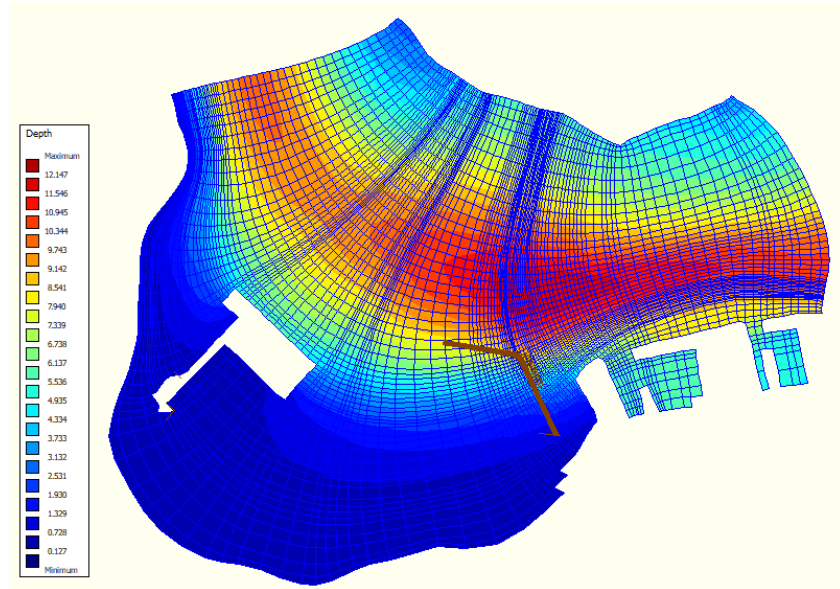
### C. Delft3D – QUICKIN

Ketika telah melakukan *meshing* dan *grid* pada objek batimetri sudah terbentuk yang sebelumnya dibuat pada menu di delft3D yang bernama RFGRID, selanjutnya membuat agar kontur batimetri dapat terlihat elevasi kedalamannya dengan cara masuk kedalam menu di delft3D yaitu QUICKIN.



**Gambar 4.11** Menu QUICKIN

Pada menu ini perlu menginputkan file dengan format .grd dari hasil menu RFGRID. Setelah *grid* sudah muncul kemudian diinputkan lagi file dengan format .xyz yang berfungsi menunjukan kedalaman pada kontur batimetri. Langkah selanjutnya adalah menginterpolasikan *grid* dengan kontur bathimetri agar kontur dan *grid* menyatu dan kemudian dapat dilakukan analisa kedalaman yang mana ditunjukan pada gambar di bawah ini .



**Gambar 4.12** Hasil interpolasi kontur kedalaman

#### **D. Delft3D – Flow**

Pada input data pada menu delft3D-Flow ini ada beberapa parameter yang harus dimasukkan agar dapat melakukan proses running yang menghasilkan simulasi dan permodelan yang diinginkan, berikut parameter - parameter yang akan dimasukan pada menu delft3D-Flow :

##### **1. Domain.**

Domain merupakan area yang akan ditinjau atau disimulasikan berdasarkan model grid dan kedalaman yang telah dibuat sebelumnya. Adapun parameter data domain berisikan sub data yang harus di input yaitu :

- Grid Parameter adalah data grid yang telah dibuat pada menu sebelumnya.
- *Bathymetri* adalah data kedalaman kontur yang ada, dan telah diinterpolasi dan *smoothing* yang juga telah dibuat pada menu sebelumnya.

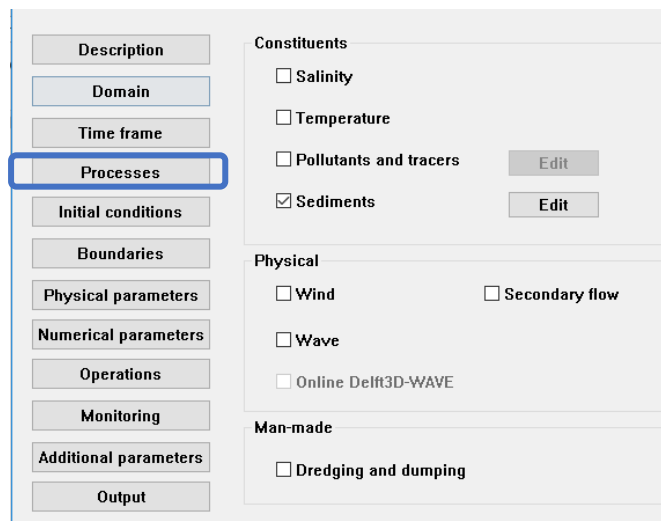
##### **2. Time Frame.**

*Time frame* merupakan menu yang bertujuan untuk menetapkan berapa lama waktu yang kita inginkan dalam melakukan proses simulasi permodelan, berikut inputan informasi time frame adalah :

- *References date* adalah inputan dimana tinjauan dari tanggal awal dari data yang dimiliki.
- *Simulation start time* adalah input data berisi tanggal dan waktu dimulainya proses simulasi.
- *Simulation stop time* adalah input data berisi tanggal dan waktu diakhirinya proses simulasi.
- *Time step* adalah input data berisi berapa interval waktu yang ingin disimulasikan setiap tanggal dan waktu untuk dapat menghasilkan output seperti yang diinginkan.

### 3. Processes.

Processes merupakan input data yang berisikan proses apa saja yang ingin kita tampilkan pada saat simulasi.



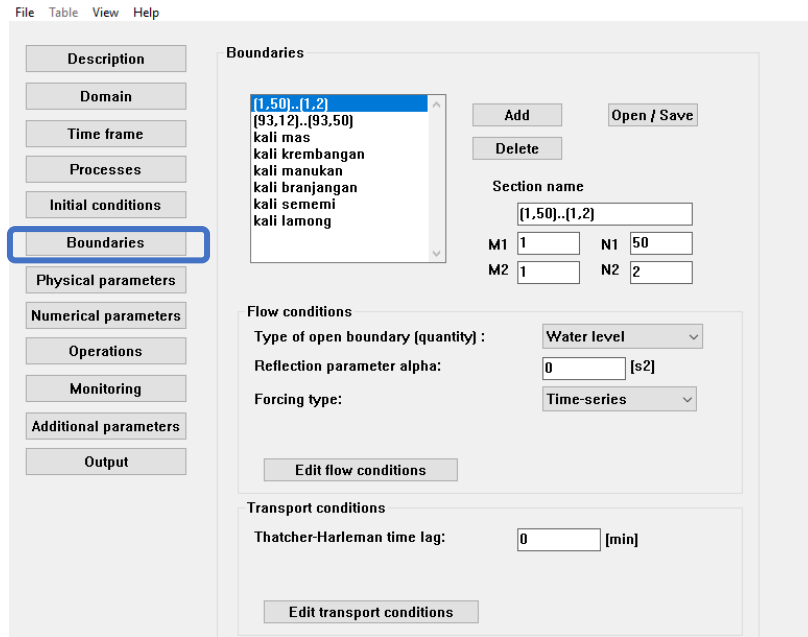
**Gambar 4.13** Menu *processes* pada delft3D

Pada tahap ini yang dipilih adalah Sediments, yang berisikan tipe sediment *cohesive* atau *non-cohesiv*.

### 4. Boundaries.

Boundaries merupakan batasan-batasan yang harus dimasukkan kedalam permodelan yang akan disimulasikan nantinya, dan boundaries merupakan menu dimana menginputkan data tinggi pasang surut dari data yang diperoleh sebelumnya dan penentuan titik observasi.





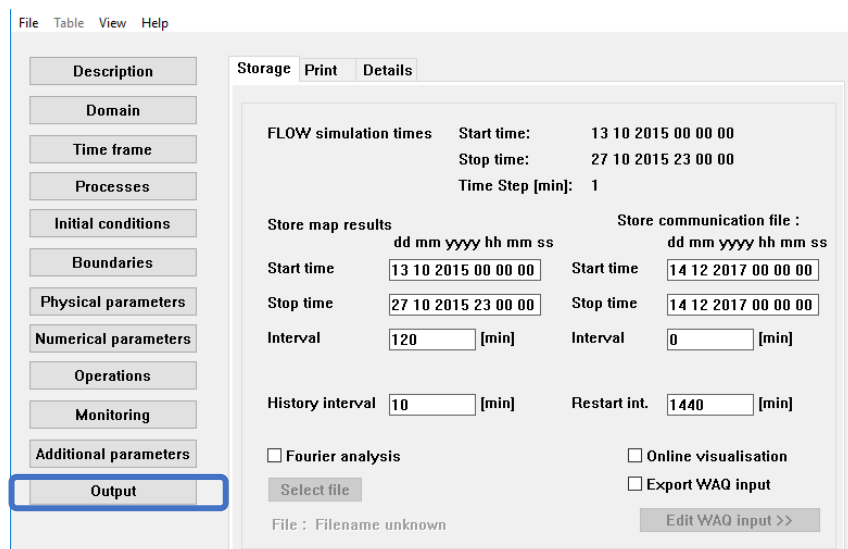
**Gambar 4.14** Menu boundaries pada delft3D

5. Physical Parameters.

*Physical parameters* merupakan parameter yang harus berisi tentang kondisi di area permodelan yang akan disimulasikan.

6. Output Toolbar

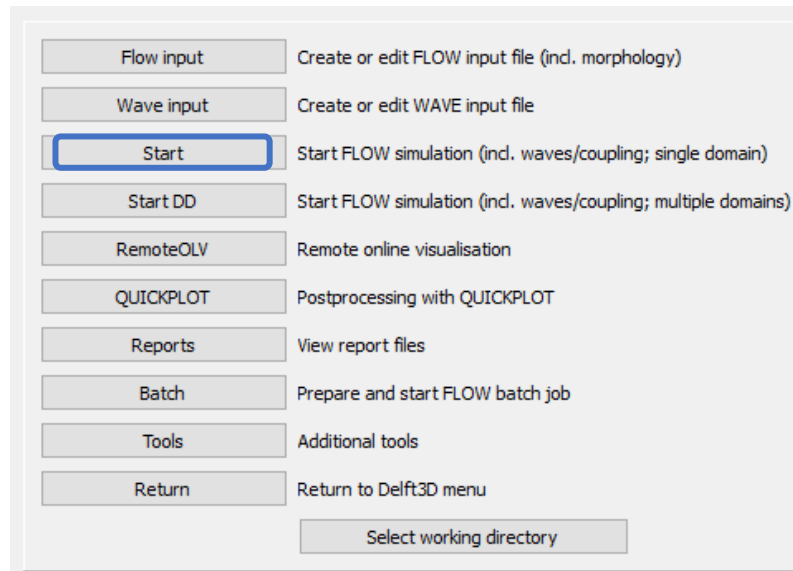
*Output* adalah pengaturan dimana akan menginginkan seberapa lama proses simulasi yang diinginkan dari data yang kita miliki.



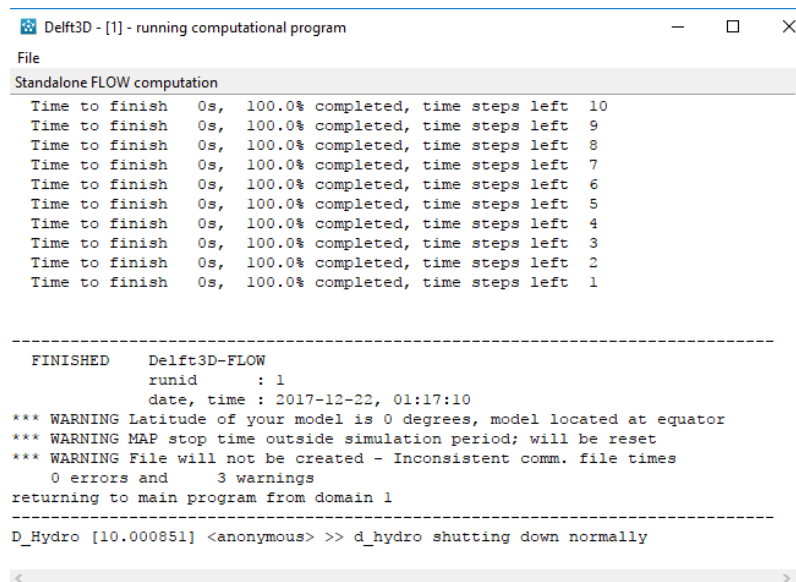
**Gambar 4.15** Menu output pada delft3D

## 7. Running

Setelah semua parameter yang telah dibuat dan diinputkan pada menu delft3D dan sudah sesuai, maka selanjutnya dilakukan proses *running* yang dilakukan pada menu *start*.



**Gambar 4.16** Menu start pada delft3D



**Gambar 4.17** Hasil proses *running*

## 8. Kondisi Batas Lingkungan

Kondisi batas lingkungan yang dipergunakan untuk memodelkan peromedelan ini adalah data pasang surut Surabaya tahun 2014, data debit beberapa kali yang berada disekitar daerah teluk lamong dan

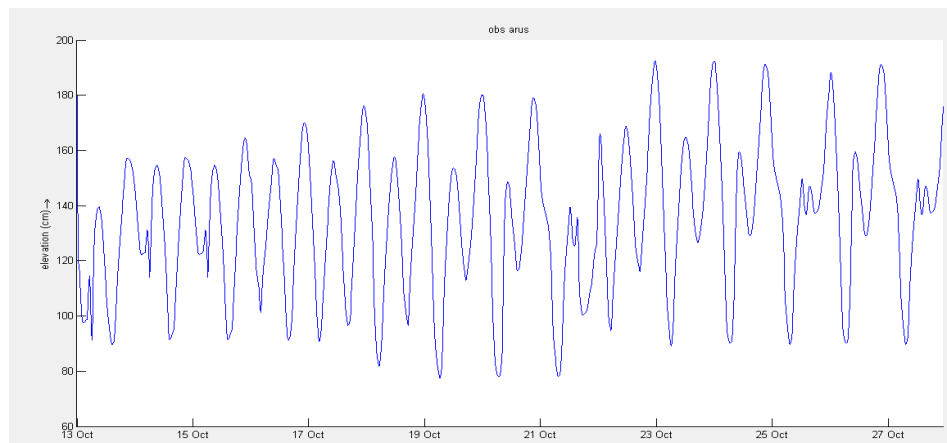
tanjung perak, serta data TSS disetiap kali, yang sebagaimana ditabelkan dibawah ini :

**Tabel 4.1** Input debit dan konsentrasi sedimen

Lokasi Muara	Debit	Konsentrasi
	M <sup>2</sup> /sec	kg/m <sup>2</sup>
Kali Lamong	43.05	0.074
Kali Sememi	4.52	0.015
Kali Branjangan	3.6	0.013
Kali Manukan	5.8	0.026
Kali Krembangan	3.8	0.014
Kali Mas	19.09	0.025

(Pujiraharjo A, Rahmansyah A, dkk, 2013)

Dan kemudian dapat diketahui hasil dari grafik pasang surut selama 15 hari adalah sebagai berikut :

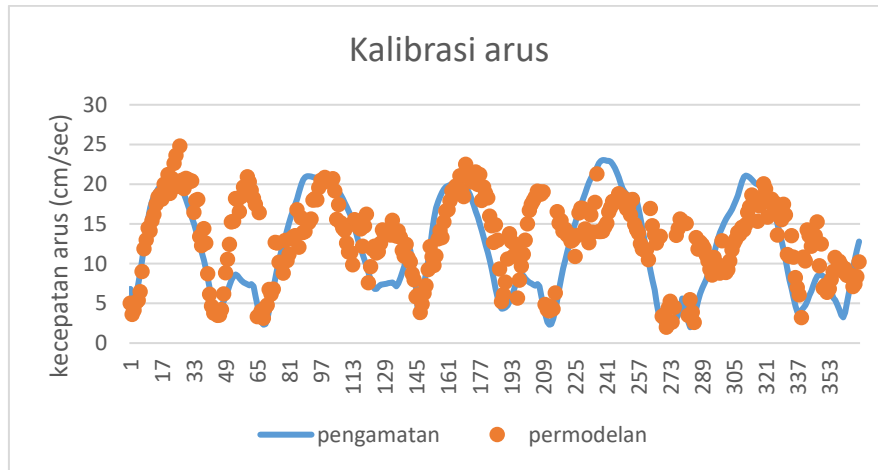


**Gambar 4.18** Grafik output pasang surut

Pada hasil output grafik pasang surut diatas dapat disimpulkan terjadi pasang setinggi 3.06 m dan surut setinggi 0.52 m.

### 4.3 Validasi

Validasi merupakan tahapan untuk melihat valid tidaknya suatu permodelan dengan data sesungguhnya, validasi dilakukan dengan data pasang surut yang di validasi dengan data arus. Dan dibawah ini adalah tampilan dari hasil validasi :



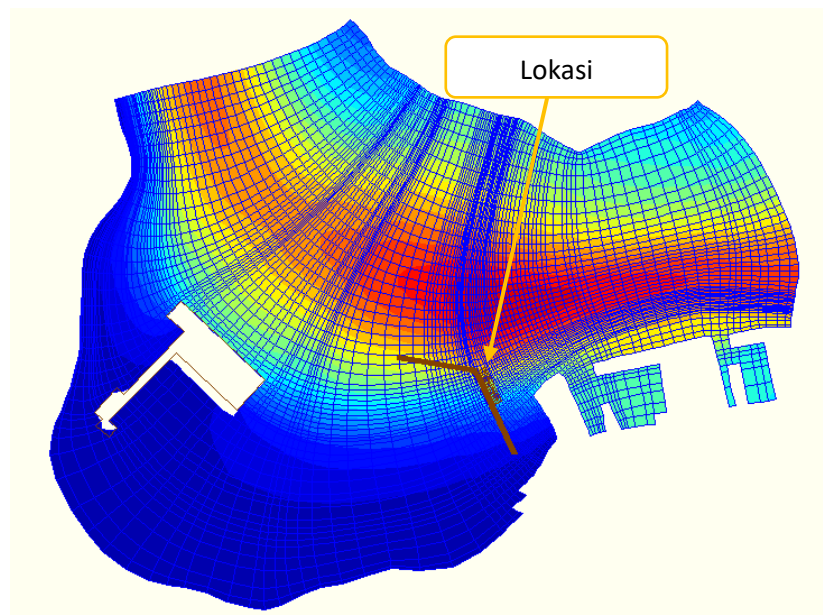
**Gambar 4.19** Grafik validasi pasang surut oleh data arus pada tahap validasi pasang surut terhadap arus yang tertera pada grafik diatas, terdapat *error* sebesar 30 %.

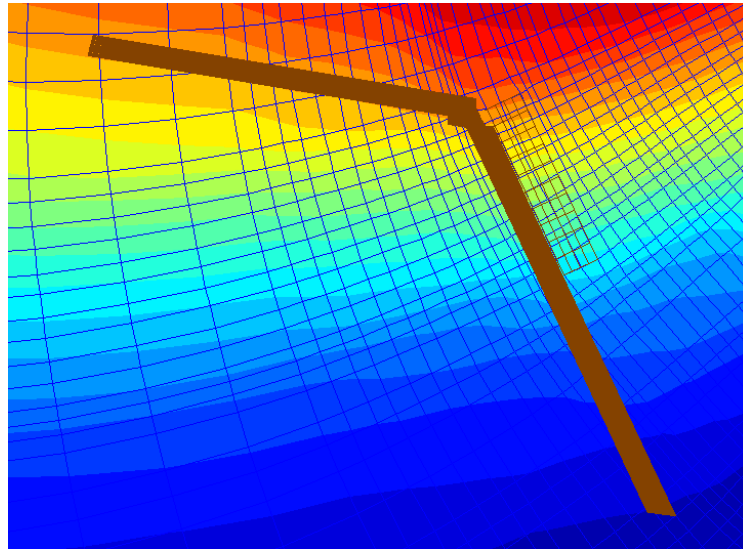
#### 4.4 Hasil Simulasi

Berdasarkan proses *running*, maka hasil simulasi dapat dilihat pada menu *quickplot* yang ada pada delft3D, hasil simulasi berupa perbandingan laju sedimentasi di kondisi kolam labuh eksisting dan kolam labuh baru skenario 1 dan skenario 2. Berikut dibawah ini adalah penyajian hasil dari *running software* delft3D :

##### A. Hasil simulasi eksisting

Setelah melakukan proses penginputan data dan proses *running* maka *output* yang di dapat adalah sebagai berikut :

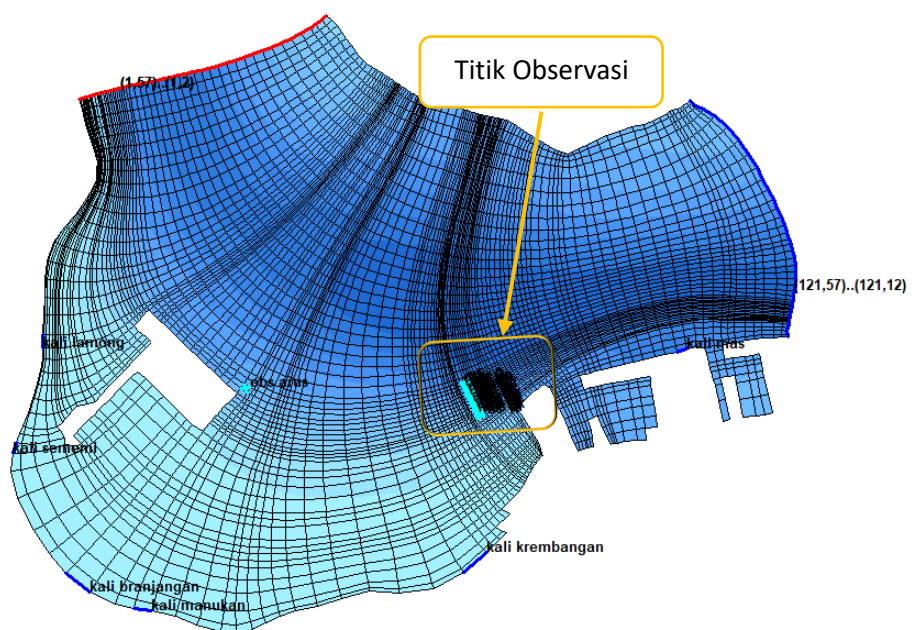


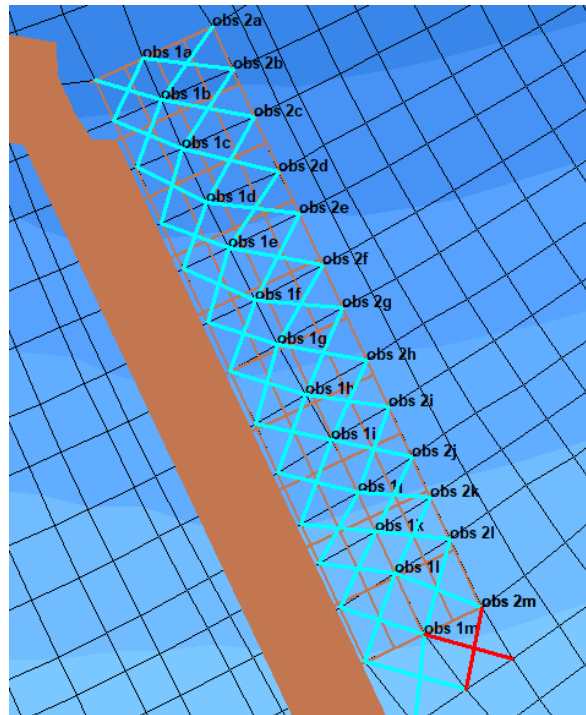


**Gambar 4.20** Permodelan kolam labuh eksisting

Gambar model kolam labuh eksisting diatas adalah model yang sudah digrid dan mempunyai kedalaman yang sesuai dengan bathimetri, setelah itu dapat diketahui laju sedimentasi dengan cara ditinjau pada titik observasi yang telah dibuat yang disajikan

pada gambar dibawah ini :





**Gambar 4.21** Titik observasi point kolam eksisting

Dan berikut adalah hasil dari laju sedimentasi selama 1 bulan dari peninjauan titik observasi yang ditunjukkan pada gambar 4.21 di kolam labuh eksisting, yang akan disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 4.2** Peninjauan laju sedimentasi dari titik observasi kolam eksisting

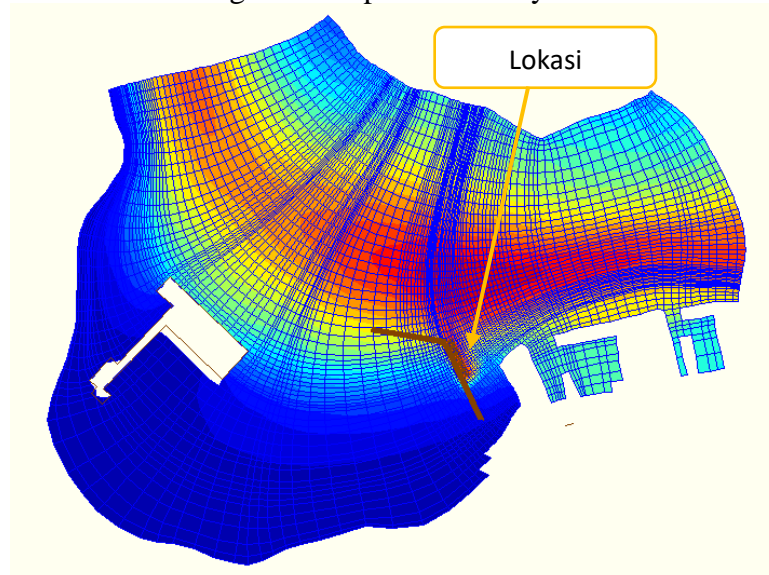
titik observasi	Laju sedimentasi (cm/bulan)
Obs 1a	-0.72
Obs 1b	7.93
Obs 1c	8.55
Obs 1d	10.68
Obs 1e	12.06
Obs 1f	14.67
Obs 1g	15.48
Obs 1h	17.52
Obs 1i	19.92
Obs 1j	21.23
Obs 1k	23.31
Obs 1l	25.11
Obs 1m	27.64

titik observasi	Laju sedimentasi (cm/bulan)
Obs 2a	-1.23
Obs 2b	8.93
Obs 2c	9.59
Obs 2d	11.23
Obs 2e	14.43
Obs 2f	15.15
Obs 2g	17.87
Obs 2h	18.33
Obs 2i	20.61
Obs 2j	21.56
Obs 2k	25.97
Obs 2l	26.67
Obs 2m	28.54
<b>rata - rata</b>	<b>16.17</b>

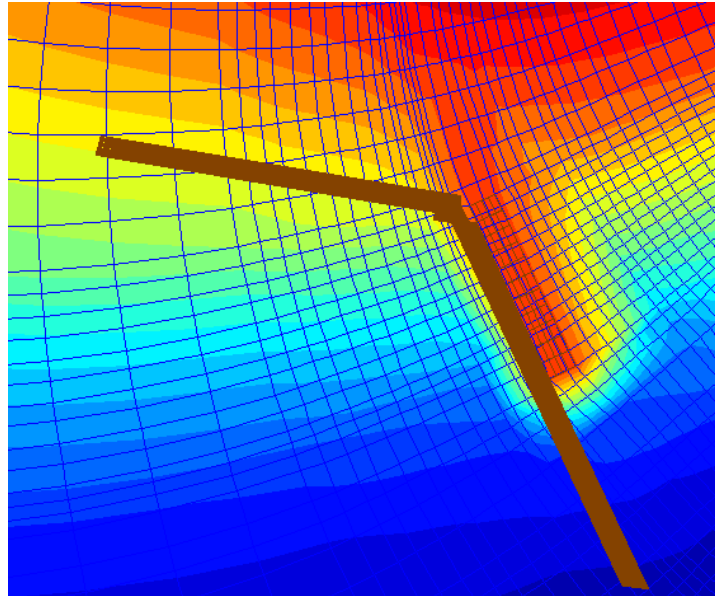
Dari hasil tabel 4.2 peninjauan laju sedimentasi di beberapa titik observasi kolam labuh eksisting dapat di simpulkan bahwa pada titik observasi 1a dan 2a terjadi erosi dan pada titik observasi 1b – 1m dan 2b – 2m terjadi sedimentasi, dan dapat diketahui rata – rata laju sedimentasi sebesar 16.17 cm/bulan. Dengan asumsi sedimentasi yang terjadi adalah linear, maka sedimentasi yang terjadi selama 1 tahun adalah 194.13 cm.

#### B. Hasil simulasi kolam labuh baru skenario 1

Hasil permodelan simulasi kolam labuh baru scenario 1 ini hanya berbeda pada bentuk grid dan variasi kedalaman, kedalaman pada kolam labuh ini - 10.5 m, dan berikut adalah gambaran permodelannya dalam delft 3D :

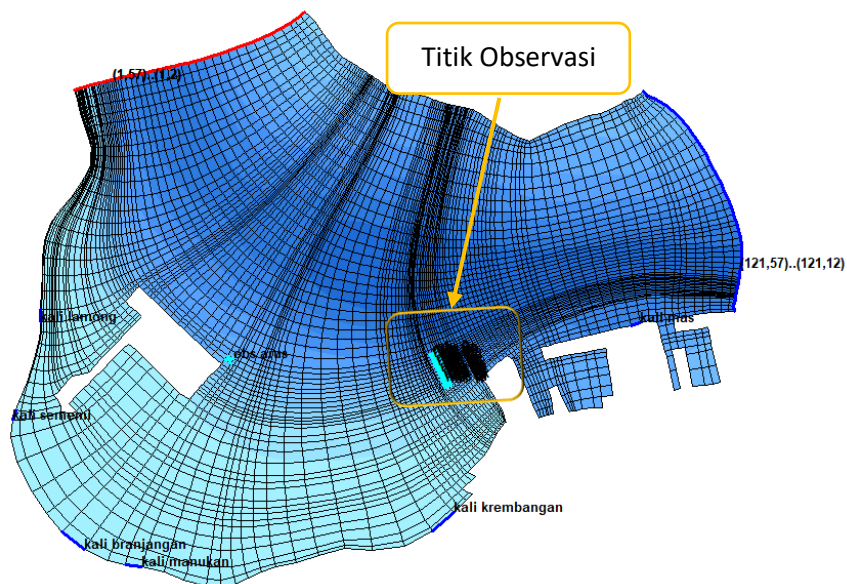




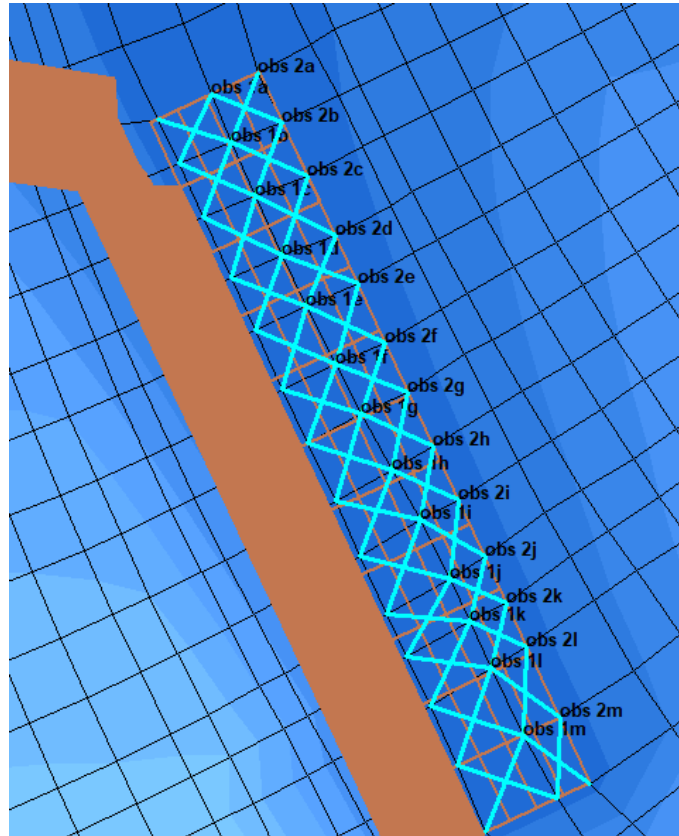


**Gambar 4.22** Permodelan kolam labuh skenario 1

Setelah merubah bentuk grid dan variasi kedalaman seperti gambar diatas, hasil laju sedimentasi dapat diketahui dengan meninjau titik – titik observasi pada kolam labuh yang disajikan pada gambar dibawah ini :







**Gambar 4.23** Titik observasi point kolam labuh baru skenario 1

Setelah proses *running* selesai berikut adalah hasil dari laju sedimentasi selama 1 bulan dari peninjauan titik observasi yang ditunjukkan pada gambar 4.23 di kolam labuh baru, yang akan disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 4.3** Peninjauan laju sedimentasi dari titik observasi kolam labuh baru skenario 1

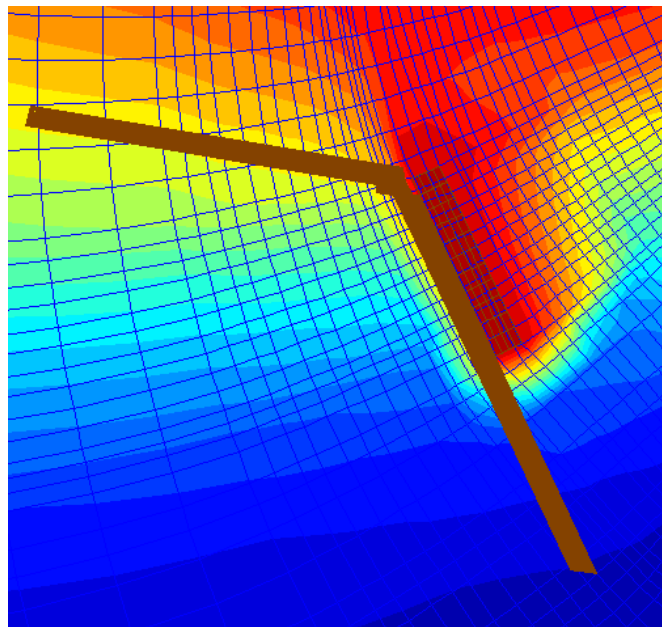
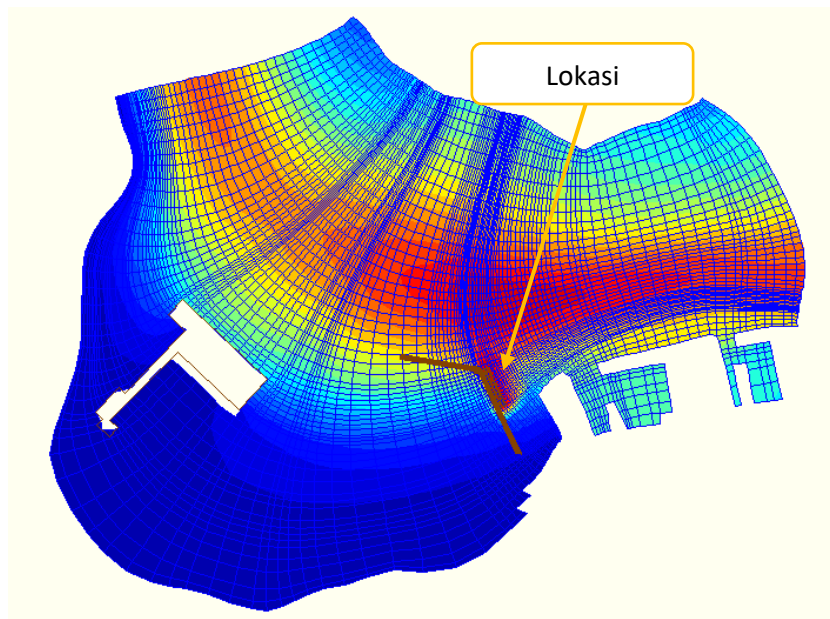
Titik observasi	Laju sedimentasi (cm)/bulan)
Obs 1a	-7.28
Obs 1b	-6.92
Obs 1c	-4.42
Obs 1d	-3.86
Obs 1e	-1.24
Obs 1f	2.4
Obs 1g	7.14
Obs 1h	9
Obs 1i	11.46
Obs 1j	13.56

<b>Titik observasi</b>	<b>Laju sedimentasi (cm)/bulan)</b>
Obs 1k	17.74
Obs 1l	18.48
Obs 1m	20.68
Obs 2a	-7.22
Obs 2b	-6.88
Obs 2c	-4.54
Obs 2d	-2.14
Obs 2e	-1.62
Obs 2f	3.1
Obs 2g	6.4
Obs 2h	9.12
Obs 2i	10.28
Obs 2j	14.3
Obs 2k	17.66
Obs 2l	18.84
Obs 2m	21.08
<b>rata- rata</b>	<b>5.96</b>

Dari hasil tabel 4.3 peninjauan laju sedimentasi di beberapa titik observasi kolam labuh eksisting dapat di simpulkan bahwa pada titik observasi 1a-1e dan 2a-2e terjadi erosi dan pada titik observasi 1f-1m dan 2f-2m terjadi sedimentasi, dan dapat diketahui rata – rata laju sedimentasi sebesar 5.96 cm/bulan. Dengan asumsi sedimentasi yang terjadi adalah linear, maka sedimentasi yang terjadi selama 1 tahun adalah 71.59 cm.

### **C. Hasil simulasi kolam labuh baru skenario 2**

Hasil permodelan simulasi kolam labuh baru skenario 2 ini berbeda dengan skenario 1 pada variasi kedalamannya, kedalaman pada kolam labuh ini -12 m, dan berikut adalah gambaran permodelannya dalam delft 3D :



**Gambar 4.24** Permodelan kolam labuh skenario 2

Setelah merubah bentuk kedalaman pada kolam labuh baru skenario 2 ini seperti gambar diatas, hasil laju sedimentasi dapat diketahui dengan meninjau titik – titik observasi pada kolam labuh yang disajikan pada gambar dibawah ini :



**Tabel 4.4** Peninjauan laju sedimentasi dari titik observasi kolam labuh baru skenario 2

Titik observasi	Laju sedimentasi (cm)/bulan)
Obs 1a	-6.96
Obs 1b	-6.5
Obs 1c	-5.88
Obs 1d	-5.16
Obs 1e	-4.34
Obs 1f	-2.76
Obs 1g	3.34
Obs 1h	10.98
Obs 1i	18.1
Obs 1j	21.34
Obs 1k	24.64
Obs 1l	26.76
Obs 1m	28.58
Obs 2a	-6.86
Obs 2b	-6.44
Obs 2c	-6
Obs 2d	-5.5
Obs 2e	-4.86
Obs 2f	-4.16
Obs 2g	-2.92
Obs 2h	2.5
Obs 2i	10.66
Obs 2j	15.42
Obs 2k	17.7
Obs 2l	23.68
Obs 2m	24.9
<b>rata- rata</b>	<b>6.16</b>

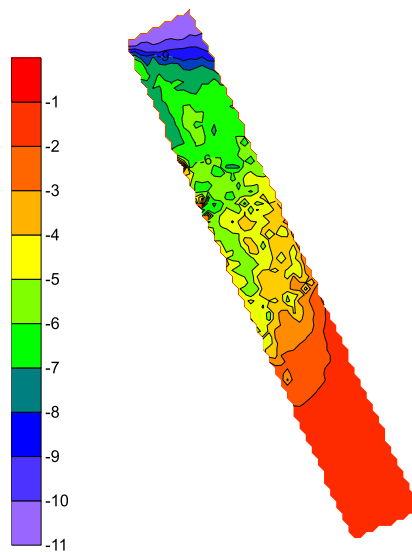
Dari hasil tabel 4.4 peninjauan laju sedimentasi di beberapa titik observasi kolam labuh eksisting dapat di simpulkan bahwa pada titik observasi 1a-1f dan 2a-2g terjadi erosi dan pada titik observasi 1g-1m dan 2h-2m terjadi sedimentasi, dan dapat diketahui rata – rata laju sedimentasi sebesar 6.16 cm/bulan. Dengan asumsi sedimentasi yang terjadi adalah linear, maka sedimentasi yang terjadi selama 1 tahun adalah 73.92 cm.

#### 4.5 Perhitungan volume keruk dan biaya keruk

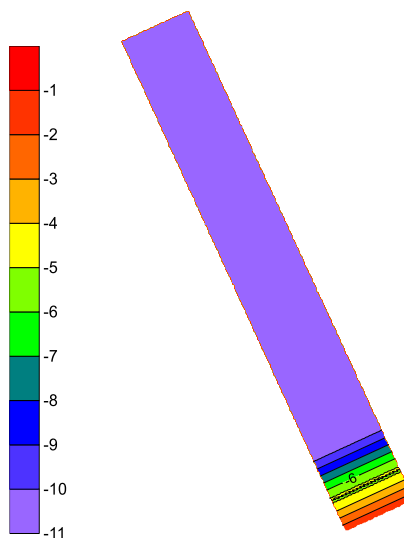
##### A. Perhitungan Volume keruk

Pada perhitungan volume keruk pada kolam labuh baru terhadap skenario 1 dan skenario 2 menggunakan *software* surfer, disini akan diketahui berapa volume yang harus dikeruk untuk mendapatkan kedalaman yang diinginkan sesuai desain kolam labuh, dan berikut adalah penyajian dari perhitungannya :

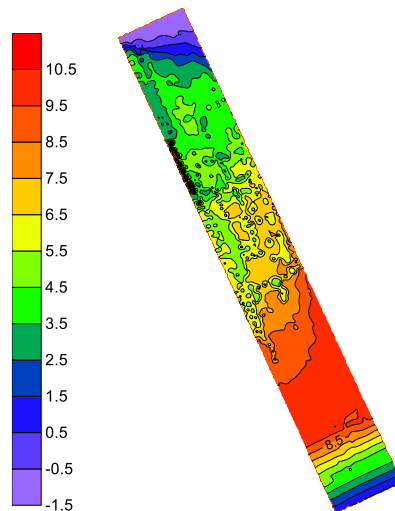
- **Kondisi eksisting terhadap kolam labuh baru skenario 1 (-10.5 m)**



**Gambar 4.26** Kontur kedalaman kondisi existing



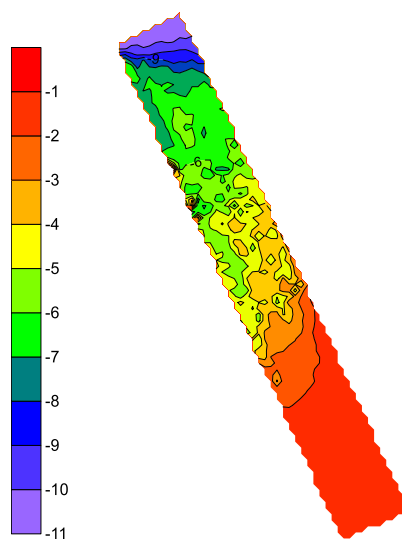
**Gambar 4.27** Kontur kedalaman kolam labuh skenario 1



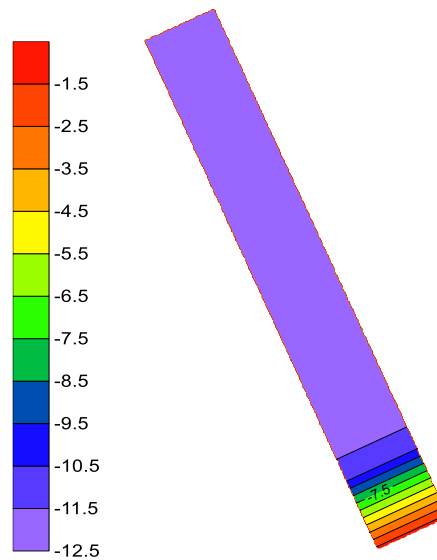
**Gambar 4.28** Tinggi selisih kedalaman yang harus dikeruk

Pada gambar 4.26 adalah kondisi kedalaman eksisting kolam labuh dan 4.27 adalah kondisi kedalaman kolam labuh skenario 1, yang dimana nantinya kondisi eksisting akan dibandingkan dengan kolam labuh baru skenario 1 untuk mengetahui selisih kedalamannya, yang ditunjukkan pada gambar 4.28 dan juga mengetahui berapa volume yang harus dikeruk. Dari permodelan diatas dapat juga diketahui total volume yang harus dikeruk untuk mencapai kedalaman -10.5 pada skenario 1 yaitu sebesar 403284.71 m<sup>3</sup>.

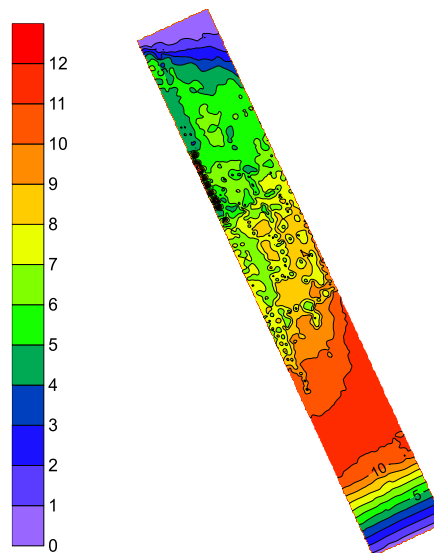
- **Kondisi eksisting terhadap kolam labuh baru skenario 2 (-12 m)**



**Gambar 4.29** Kontur kedalaman kondisi existing



**Gambar 4.30** Kontur kedalaman kolam labuh skenario 2



**Gambar 4.31** Tinggi selisih kedalaman yang harus dikeruk

Pada gambar 4.29 adalah kondisi kedalaman eksisting kolam labuh dan 4.30 adalah kondisi kedalaman kolam labuh skenario 2, yang dimana nantinya kondisi eksisting akan dibandingkan dengan kolam labuh baru skenario 2 untuk mengetahui selisih kedalamannya, yang ditunjukkan pada gambar 4.31 dan juga mengetahui berapa volume yang harus dikeruk. Dari permodelan diatas dapat juga diketahui total volume yang harus dikeruk untuk mencapai kedalaman -12 pada skenario 1 yaitu sebesar 492333.06 m<sup>3</sup>.



## B. Perhitungan biaya keruk

Untuk mengetahui berapa biaya yang dikeluarkan dalam melakukan proses pengerukan guna mencapai kedalaman yang diinginkan sesuai dengan desain akan diperhitungkan dalam tabel berikut :

**Tabel 4.5** Perhitungan biaya keruk

Desain kedalaman	Volume keruk (m <sup>3</sup> )	Biaya per m <sup>3</sup>	Total biaya (Rp)
-10.5 m	403284.71	47.000	18.954.381.370
-12 m	492333.06	47.000	23.139.653.820

Biaya pengerukan per m<sup>3</sup> diketahui penulis dari PT. Terminal Petikemas Surabaya yang selalu mengadakan pengerukan secara rutin. Dari hasil tabel 4.5 diatas bisa dilihat untuk pengerukan dengan desain kedalaman -10.5 m total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 18.954.381.370 dan untuk desain kedalaman -12 m total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 23.139.653.820.

### 4.6 Hasil perbandingan simulasi dari beberapa desain kolam labuh

Setelah melakukan beberapa simulasi kolam labuh dengan menggunakan *software* delft3D dan surfer, dari hasil simulasi tersebut bisa dibuat kesimpulan untuk melakukan beberapa perbandingan yaitu :

#### a) Laju Sedimentasi

1. Kolam labuh eksisting memiliki laju sedimentasi rata – rata sebesar 194.13 cm/tahun, kolam labuh baru skenario 1 memiliki laju sedimentasi rata – rata sebesar 71.59 cm/tahun, kolam labuh baru skenario 2 memiliki laju sedimentasi rata – rata sebesar 73.92 cm/tahun.
2. Pada kolam labuh baru dapat membuat laju sedimentasi menjadi kecil dari pada kolam labuh eksisting dikarenakan kemiringan pada kolam labuh baru skenario 1 dan 2 sudah di desain dengan *slope* yang

tidak terlalu curam dapat membuat kestabilan lereng pada kolam labuh baru menjadi lebih stabil dan dapat mengurangi sedimentasi, Novianto (2009) pernah meneliti tentang perbandingan *slope* pada kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya dari tahun 2001 - 2008, dalam kesimpulannya mengatakan bahwa semakin curam *slope*, maka sedimentasi yang terjadi sangat tinggi dan begitu pula sebaliknya semakin landau *slope* maka sedimentasi yang terjadi tidak terlalu tinggi.

b) Volume dan biaya keruk

1. Pada desain kedalaman -10.5 m diketahui volume yang harus dikeruk sebesar 403284.71 dengan biaya sebesar Rp. 18.954.381.370.
2. Pada desain kedalaman -12 m diketahui volume yang harus dikeruk sebesar 492333.06 dengan biaya sebesar Rp. 23.139.653.820.

Dari mengetahui perbandingan laju sedimentasi dan volume serta biaya keruk yang telah dibahas, dapat disimpulkan kolam labuh baru yang cocok dengan kondisi di PT. Terminal Petikemas Surabaya adalah kolam labuh baru skenario 2 yang mempunyai laju sedimentasi rata – rata 73.92 cm/tahun, di karenakan dengan laju sedimentasi sebesar 73.92 cm/tahun yang membuat kolam labuh di PT. Terminal Petikemas Surabaya dalam jarak 1 tahunya tidak perlu melakukan *maintenance dredging*, karena kedalaman kolam labuh masih memenuhi standar kapal untuk berlabuh. Jadi PT. Terminal Petikemas Surabaya bisa menghemat biaya yang dikeluarkan untuk mengeruk kolam labuh 1 tahun sekali menjadi 2 tahun sekali, yang dikeranakan tinggi laju sedimentasi dalam 2 tahun berjumlah 147.48 cm yang membuat kedalaman kolam labuh sudah tidak memenuhi standard dan siap untuk dikeruk.

#### 4.7 Hasil analisa kelebihan dari desain kolam labuh skenario 2

Dari hasil analisa menggunakan *software* delft3D, surfer dan desain kolam labuh dengan beberapa peraturan dan panduan, maka dapat disimpulkan kelebihan dari kolam labuh baru skenario 2 sebagai berikut:

1. Dari hasil Analisa menggunakan menggunakan *software* delft3D desain kolam baru skenario 2 PT. Terminal Petikemas Surabaya dapat membuat laju sedimentasi semakin kecil sebesar 73.92 cm/tahun di bandingkan desain eksistingnya sebesar 194.13 cm/tahun.
2. Pada segi biaya juga diuntungkan karena dapat menghemat biaya pengerukan yang dilakukan PT. Terminal Petikemas Surabaya setiap 1 tahun sekali, menjadi 2 tahun sekali untuk melakukan pengerukan rutin.
3. Desain kolam labuh baru sudah sesuai dengan berbagai panduan dan peraturan yang ada, sehingga dimensi kolam labuh baru telah di perbaharui, yang sebagaimana :
  - a. panjang dari kolam eksisting 500 m menjadi 550 m yang dapat menampung 3 kapal sekaligus untuk berlabuh.
  - b. lebar kolam labuh eksisting 100 m yang menurut buku panduan lebar kolam labuh sudah memenuhi standar, dan bisa di lalui dengan 2 kapal sekaligus dan dapat bergerak dengan aman.
  - c. kedalaman kolam labuh eksisting dari -2 terdangkal dan -11 terdalam menjadi -12 yang bertujuan sebagai syarat aman kedalaman kapal maksimum yang berlabuh pada kolam labuh PT. Terminal Petikemas Surabaya.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat setelah menyusun Tugas Akhir ini adalah :

1. Desain rancangan kolam labuh yang ideal untuk PT. Terminal Petikemas Surabaya yang sesuai menurut beberapa panduan dan peraturan yang telah dibahas sebelumnya adalah menggunakan desain kolam labuh baru skenario 2 yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Panjang = 550 m
- Lebar = 100 m
- Kedalaman = -12 m
- *Slope* = 1:8
- Laju Sediementasi = 73.92 cm/tahun

2. Hasil perbedaan antara desain kolam labuh eksisting, kolam labuh skenario 1 dan desain kolam labuh skenario 2 adalah sebagai berikut :

Perbedaan dimensi kolam labuh

- Kolam labuh eksisting memiliki dimensi :  
Panjang : 500 m  
Lebar : 100 m  
Kedalaman : -11 m terdalam dan -2 m terdangkal dari msl
- Kolam labuh baru skenario 1 memiliki dimensi :  
Panjang : 550 m  
Lebar : 100 m  
Kedalaman : -10.5 m
- Kolam labuh baru skenario 2 memiliki dimensi :  
Panjang : 550 m  
Lebar : 100 m  
Kedalaman : -12 m

3. Hasil perbandingan laju sedimentasi pada kolam labuh eksisting dan kolam labuh baru di PT. Terminal Petikemas Surabaya adalah sebagai berikut :

- Laju sedimentasi rata – rata pertahun kolam labuh eksisting sebesar 194.13 cm/tahun.
- Laju sedimentasi rata – rata pertahun kolam labuh baru skenario 1 sebesar 71.59 cm/tahun.
- Laju sedimentasi rata – rata pertahun kolam labuh baru skenario 2 sebesar 73.92 cm/tahun.

## **5.2 SARAN**

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk peneliti selanjutnya adalah :

1. Data kondisi batas lingkungan yang digunakan sebaiknya menggunakan data yang paling terbaru, agar lebih akurat.
2. Untuk referensi tentang desain kolam labuh bisa di cari dari sumber yang lebih banyak lagi.
3. Untuk memasukan pasang surut bisa dilakukan lebih lama lagi missal 2-3 bulan.
4. Pembuatan grid lebih rapat lebih baik.

## Daftar Pustaka

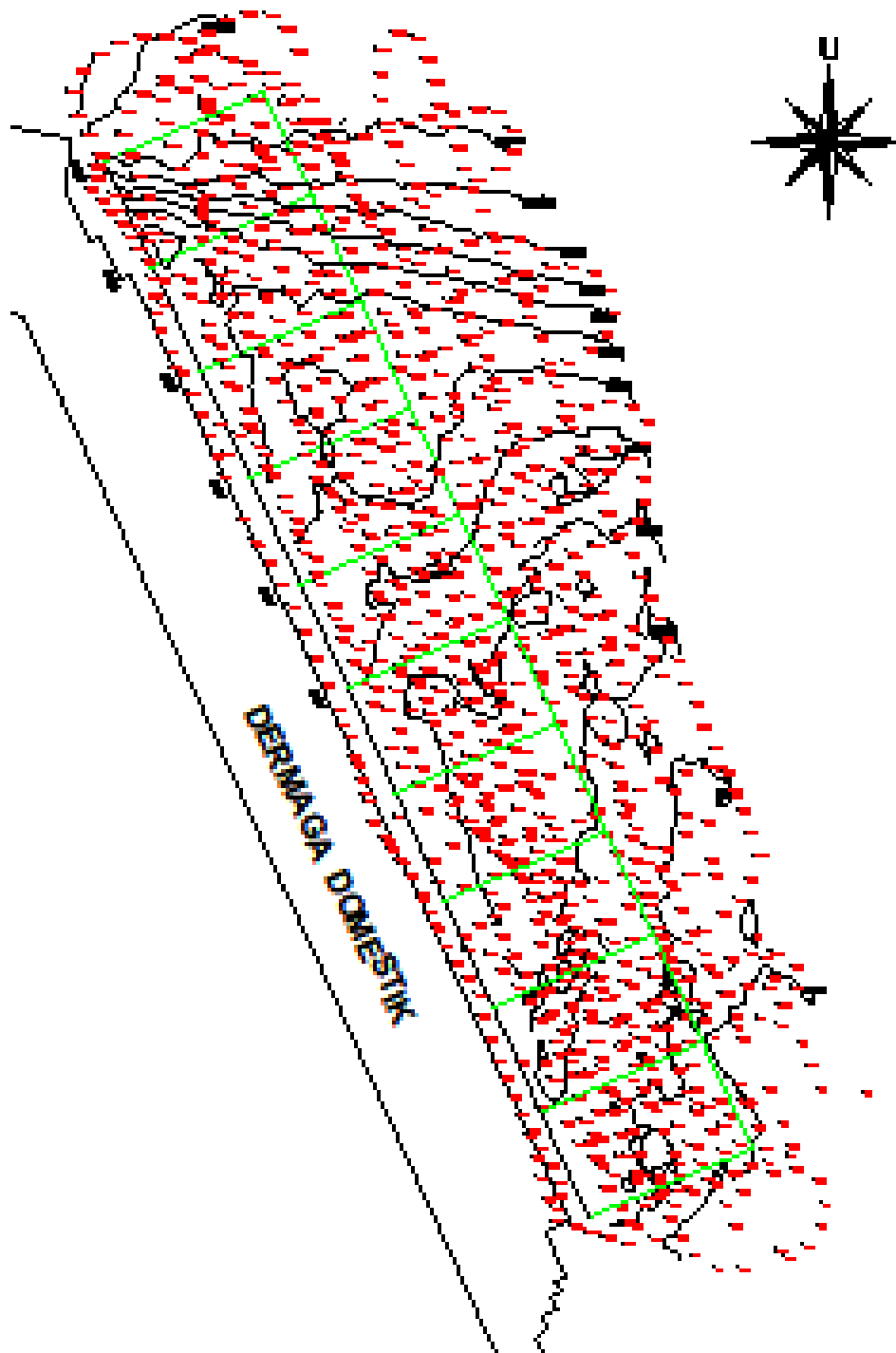
- Achmad, M. 2011. *Buku Ajar Hidrologi Teknik Program Hibah Penulisan Buku Ajar Tahun 2011*. Universitas Hassanudin Makassar.
- Arizal. 2011. *Pemodelan Numerik Perubahan Morfologi Dasar Pantai Singkil dengan Menggunakan DELFT3D*. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Armono, H.D. 2008. *Analisa volume Pengerukan Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya*. Laporan Penelitian PT. Terminal Petikemas Surabaya.
- Bonnefille, R. 1980. *Cours d'Hydraulique Maritime*, Masson, Paris.
- CERC. 1984. *Shore Protection Manual*, US Army Coastal Engineering Research Center. Washington.
- Deltares, 2015. *Boussinesqweg 1, 2629 HV Delft, Netherlands*
- Dirjen perhubungan laut. 1984. *Standard Design Criteria for Port in Indonesia*. Maritime Development Programme Directorate General of Sea Communications, Jakarta
- Kramadibrata, Soedjono. 2002. *Perencanaan pelabuhan*. Bandung: Penerbit ITB.
- McAnally, William H., Julia F. Haydel, Gaurav Savant. 2004. *Port Sedimentation Solutions for the Tennessee-Tombigbee Waterway in Mississippi*. Mississippi
- Menteri Perhubungan RI. 2015. *Standar Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor : PM 51 Tahun 2015 mengenai Standar Penyelenggaraan Pelabuhan Laut*. Menteri Perhubungan. Jakarta
- Menteri Perhubungan. 2004. *Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan Nomor : KM 52 Tahun 2004*. Menteri Perhubungan. Jakarta.
- Mehta, A. J. 1984. *Characterization Of Cohesive Sediment Properties And Transport Processes in Estuaries*. Estuarine cohesive sediment dynamics.
- Migniot, C. 1968. *Dynamique Sedimentaire Estuarienne*, Matériaux Cohésifs, Et Non Cohésifs. Oceanics. Vol.6.
- Novianto, Indra. 2009. *Analisa Sedimentasi di Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya*. Tugas Akhir Departemen Teknik Kelautan. Fakultas Teknologi Kelautan – ITS. Surabaya.

- Pujiraharjo A, Rachmansyah A, dkk. 2013. *Studi Dampak Rencana Reklamasi di Teluk Lamong Terhadap Pola Arus Pasang Surut dan Angkutan Sedimen*. Jurnal Rekayasa Sipil, Teknik Universitas Brawijaya. Malang
- Purmitasari, Ida. 2014. *Analisa Metode Pengerukan di ABPS*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopemeber. Surabaya.
- Ristiyanto A dan Murtadlo A. 2015. *Perencanaan Kolam Pelabuhan Pondaok Dayung Fasarkan Tanjung Priok Jakarta Utara*. Jurnal. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang
- Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Sumatera Utara.
- Sleath. 1982. *Sea Bed Mechanics*, John Wiley & Sons, New York.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai Edisi Ke Dua*, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI). 2002. *The Technical Standards and Commentaries for Port and Harbor Facilities in Japan*. Tokyo, Japan.
- Wahyuni, N. 2014. *Analisa Laju Volume Sedimentasi Di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya.

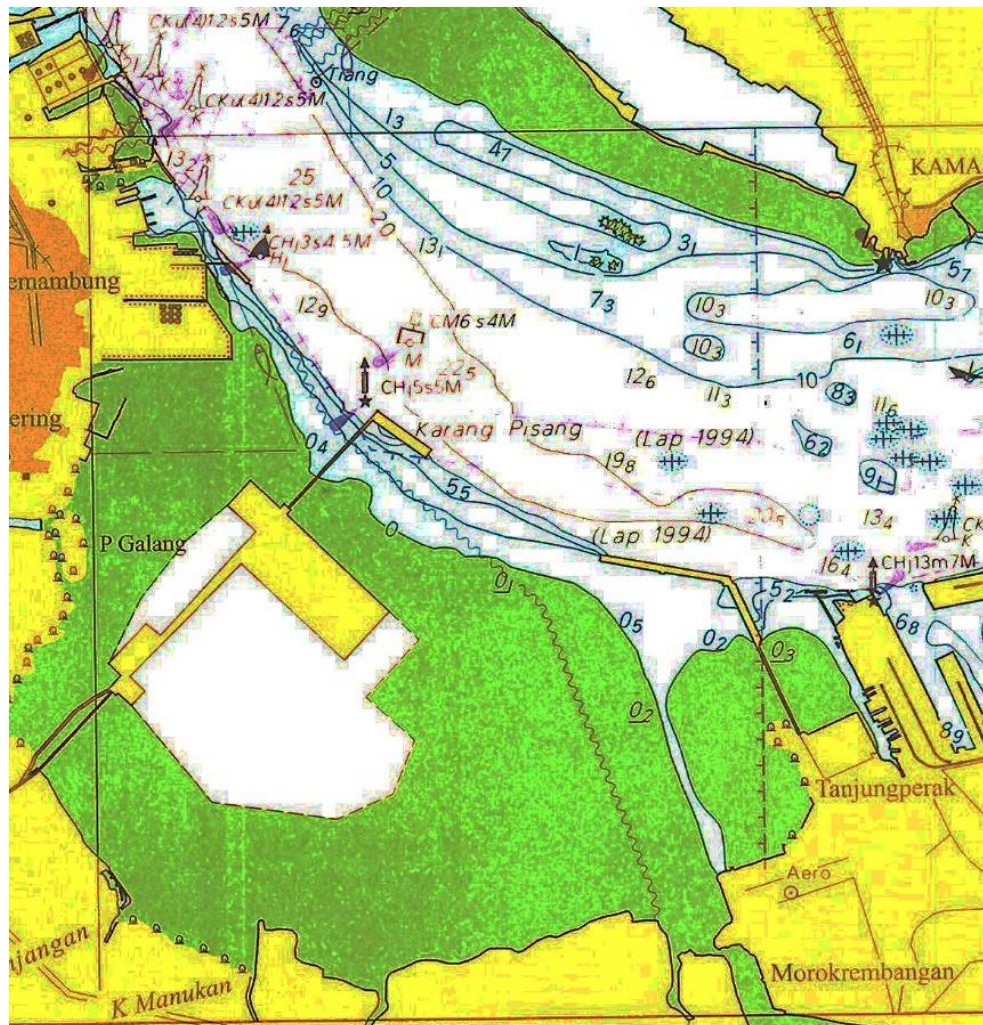


## LAMPIRAN

### 1. Gambar Bathimetri Dermaga Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.



## 2. Gambar Bathimeri Telok Lamong.



### 3. Hasil output Surfer kondisi kolam labuh skenario 1 (-10.5 m)

---

## Grid Volume Computations

---

Mon Jan 15 23:40:10 2018

### Upper Surface

Grid File Name: C:\Users\AMPYANG\Desktop\surfer\existing.grd  
Grid Size: 762 rows x 472 columns

X Minimum: 688820.961  
X Maximum: 689292  
X Spacing: 1.0000828025477

Y Minimum: 9203434.1  
Y Maximum: 9204195  
Y Spacing: 0.99986859395581

Z Minimum: -13.81955842981  
Z Maximum: 0.55933650089434

### Lower Surface

Grid File Name: C:\Users\AMPYANG\Desktop\surfer\out10.5.grd  
Grid Size: 762 rows x 472 columns

X Minimum: 688820.961  
X Maximum: 689292  
X Spacing: 1.0000828025477

Y Minimum: 9203434.1  
Y Maximum: 9204195  
Y Spacing: 0.99986859395581

Z Minimum: -10.500000003524  
Z Maximum: -1.0731315518295

### Volumes

Z Scale Factor: 1

#### Total Volumes by:

Trapezoidal Rule: 401165.64973876  
Simpson's Rule: 401178.66312502  
Simpson's 3/8 Rule: 401163.97431746

### **Cut & Fill Volumes**

Positive Volume [Cut]:	403284.71820337
Negative Volume [Fill]:	2119.0684646028
Net Volume [Cut-Fill]:	401165.64973877

## **Areas**

### **Planar Areas**

Positive Planar Area [Cut]:	64223.743357863
Negative Planar Area [Fill]:	2711.0024929564
Blanked Planar Area:	291478.82924935
Total Planar Area:	358413.57510017

### **Surface Areas**

Positive Surface Area [Cut]:	65289.744024772
Negative Surface Area [Fill]:	2718.3102567284

#### 4. Hasil output Surfer kondisi kolam labuh skenario 2 (-12 m)

---

## Grid Volume Computations

---

Mon Jan 15 23:41:05 2018

### Upper Surface

Grid File Name:	C:\Users\AMPYANG\Desktop\surfer\existing.grd
Grid Size:	762 rows x 472 columns
X Minimum:	688820.961
X Maximum:	689292
X Spacing:	1.0000828025477
Y Minimum:	9203434.1
Y Maximum:	9204195
Y Spacing:	0.99986859395581
Z Minimum:	-13.81955842981
Z Maximum:	0.55933650089434

### Lower Surface

Grid File Name:	C:\Users\AMPYANG\Desktop\surfer\out12.grd
Grid Size:	762 rows x 472 columns
X Minimum:	688820.961
X Maximum:	689292
X Spacing:	1.0000828025477
Y Minimum:	9203434.1
Y Maximum:	9204195
Y Spacing:	0.99986859395581
Z Minimum:	-12.000000002457
Z Maximum:	-1.0731315515172

### Volumes

Z Scale Factor: 1

#### Total Volumes by:

Trapezoidal Rule:	492333.06583518
Simpson's Rule:	492346.85791822
Simpson's 3/8 Rule:	492328.47130955

### **Cut & Fill Volumes**

Positive Volume [Cut]:	492333.06583518
Negative Volume [Fill]:	0
Net Volume [Cut-Fill]:	492333.06583518

## **Areas**

### **Planar Areas**

Positive Planar Area [Cut]:	66934.745850819
Negative Planar Area [Fill]:	0
Blanked Planar Area:	291478.82924935
Total Planar Area:	358413.57510017

### **Surface Areas**

Positive Surface Area [Cut]:	68014.321672761
Negative Surface Area [Fill]:	0

## BIODATA PENULIS



Daniel Ferlando lahir di kota Surabaya, 22 Juli 1995. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di kota Surabaya diantaranya di SDN Gading 1/177 Surabaya, SMPN 3 Surabaya, SMAN 9 Surabaya. Pada Tahun 2013, Penulis melanjutkan Pendidikan Strata 1 di Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS melalui jalur SNMPTN. Terdaftar sebagai mahasiswa Departemen Teknik Kelautan FTK-ITS dengan NRP.

04311340000050. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif ORMAWA sebagai staff UKM Basketball ITS periode 2014-2015 dan menjadi anggota kepanitiaan OCEANO. Penulis juga aktif dalam kegiatan sosial diluar kampus dan sebagai nara sumber dalam berbagai acara kepelatihan. Buku Tugas Akhir ini yang berjudul “**DESAIN KOLAM LABUH PT. TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA**” telah diselesaikan penulis dalam waktu 1 semester sebagai syarat kelulusan Strata 1 Departemen Teknik Kelautan FTK – ITS.

*Email* : danielferlando@gmail.com